



Estudo comparativo de leguminosas pratenses anuais

Francisco Maria da Veiga Teixeira Tello Gonçalves

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Agronómica

Orientadora: Doutora Maria Odete Pereira Torres

Co-orientador: Doutor João Paulo Carneiro

Júri:

Presidente: Doutora Cristina Maria Moniz Simões Oliveira, Professora Associada com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogais: Doutora Corina Luísa Videira de Abreu Fernandes Carranca, Investigadora Auxiliar do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária

Doutora Maria Odete Pereira Torres, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Lisboa, 2015

Agradecimentos

A elaboração desta dissertação teve a preciosa ajuda de muitas pessoas que tenho que fazer homenagem.

À minha orientadora Doutora Maria Odete Torres pela incansável paciência que teve comigo ao longo destes meses em que estive a escrever a dissertação.

Ao meu co-orientador Doutor João Paulo Carneiro pela sua grande disponibilidade e também ao Engenheiro Nuno Simões pela ajuda sempre útil em dados de campo e em bibliografia.

Ao Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária de Elvas por me ter autorizado a acompanhar o ensaio.

Ao Laboratório Químico do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária de Elvas, especialmente à Engenheira Ana Sofia que me facultou todos os dados químicos.

À Engenheira Isabel Duarte por me ter facultado os dados climáticos.

À Doutora Maria da Encarnação Marcelo do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária pela extraordinária ajuda que me foi prestada no que diz respeito ao tratamento estatístico.

Resumo

O trabalho realizado inseriu-se num projecto ProDer da medida de valorização de recursos naturais, liderado pelo Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, e com a parceria da Fertiprado.

Teve como objectivos principais a avaliação de cinco ecótipos de trevo subterrâneo (*Trifolium subterraneum* spp. *brachycalycinum*), dois de serradela rosa (*Ornithopus sativus*), dois de serradela amarela (*Ornithopus compressus*) e um de biserrula (*Biserrula pelecinus*). Foram consideradas cinco variedades comerciais de trevo subterrâneo e uma de serradela rosa para comparação com os novos ecótipos. Foi avaliada a produção de biomassa e os teores de proteína bruta, de fibra bruta e a digestibilidade da matéria seca.

Os resultados obtidos parecem sugerir que três dos ecótipos do trevo subterrâneo e ambos os ecótipos de serradela rosa avaliados apresentam características tanto produtivas como qualitativas bastante promissoras para a constituição de pastagens de sequeiro mediterrâneo.

Palavras-chave: leguminosas pratenses anuais, produção de biomassa, proteína bruta, fibra bruta, digestibilidade da matéria seca

Abstract

This essay was part of a ProDer project aiming at measuring and appreciating the natural resources. Was carried out by the Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária with Fertipadro company as partner.

The main goals were the evaluation of five subterranean clover ecotypes (*Trifolium subterraneum* spp. *brachycalycinum*), two of pink serradella (*Ornithopus sativus*), two of yellow serradella (*Ornithopus compressus*) and one of biserrula (*Biserrula pelecinus*). Five commercial varieties of subterranean clover and one of pink serradella were sown for comparison with the new ecotypes. Dry matter production, crude protein, crude fiber and dry matter digestibility were evaluated.

The results obtained seem to suggest that three of subterranean clover ecotypes and both pink serradella ecotypes present very promising production and qualitative characteristics, for the Mediterranean region.

Key-words: dry matter production, crude protein, crude fiber, dry matter digestibility

Extended abstract

This essay was part of a ProDer project aiming at measuring and appreciating the natural resources. Was carried out by the Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária with Fertipadro company as partner.

The main goals were the evaluation of five subterranean clover ecotypes (*Trifolium subterraneum* spp. *brachycalycinum*), two of pink serradella (*Ornithopus sativus*), two of yellow serradella (*Ornithopus compressus*) and one of biserrula (*Biserrula pelecinus*). Five commercial varieties of subterranean clover and one of pink serradella were sown for comparison with the new ecotypes. Dry matter production, crude protein, crude fiber and dry matter digestibility were evaluated.

There were two cuts, 9th April and 20th May, in the subterranean clover and also in pink serradella. Concerning yellow serradella and biserrula species only one cut was possible, 20th May.

The results obtained showed that total dry matter production of one of the new ecotypes of subterranean clover, 13149, was higher than that of all other subterranean clovers in comparison. Concerning to dry matter digestibility both ecotypes, 13147 e 13148 have very promising values.

Pink serradella ecotypes have performed better than the commercial variety in all characteristics evaluated.

Índice

Agradecimentos.....	ii
Resumo.....	iii
Abstract.....	iv
Extended abstract.....	v
Lista de abreviaturas.....	viii
Lista de quadros.....	ix
Lista de figuras.....	xiii
1 – INTRODUÇÃO.....	1
2 - BREVE CARACTERIZAÇÃO DAS LEGUMINOSAS	
PRATENSES ANUAIS EM ESTUDO.....	5
2.1 – Trevo subterrâneo (<i>Trifolium subterraneum</i>).....	5
2.1.1 – As subespécies do trevo subterrâneo.....	6
2.1.2 – Ecologia do trevo subterrâneo.....	7
2.1.2.1 – Factores climáticos.....	7
2.1.2.2 – Factores bióticos.....	8
2.2 – Serradela rosa (<i>Ornithopus sativus</i>)	9
2.3 – Serradela amarela (<i>Ornithopus compressus</i>)	11
2.4 – Biserrula (<i>Biserrula pelecinus</i>).....	12
3 – MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 – Localização do ensaio experimental.....	14
3.2 – Caracterização do clima.....	14
3.3 – Recursos genéticos.....	15
3.4 – Solo.....	15
3.5 – Instalação do ensaio.....	16

3.6 – Métodos de caracterização laboratorial.....	18
3.6.1. Solo.....	18
3.6.1.1 – pH em água.....	18
3.6.1.2 – Matéria orgânica.....	18
3.6.1.3 – Potássio e fósforo extraíveis.....	18
3.6.2 - Material vegetal.....	18
3.6.2.1 – Proteína bruta.....	19
3.6.2.2 – Fibra bruta.....	19
3.6.2.3 – Digestibilidade.....	19
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1 – Trevo subterrâneo.....	20
4.1.1 – Produção de matéria seca.....	20
4.1.2 – Composição química.....	24
4.1.2.1 – Proteína bruta.....	24
4.1.2.2 – Fibra bruta.....	27
4.1.2.3 – Digestibilidade da matéria seca	30
4.2 – Serradela Rosa.....	32
4.2.1 – Produção de matéria seca.....	33
4.2.2 – Composição química.....	36
4.2.2.1 – Proteína bruta.....	36
4.2.2.2 – Fibra bruta.....	38
4.2.2.3 – Digestibilidade da matéria seca.....	40
4.3 - Serradela amarela e biserrula.....	43
4.2.1 – Serradela amarela.....	43
4.2.2 – Biserrula.....	44
5 – CONCLUSÕES.....	46
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS.....	48

Lista de abreviaturas

CNV	Catálogo Nacional de Variedades
EMP	Estação de Melhoramento de Plantas
FB	Fibra Bruta
INIAV	Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária
MS	matéria seca
PB	Proteína Bruta
pH	potencial de hidrogénio
sp.	espécie do género
spp.	subespécie

Lista de quadros

Nº do quadro		Página
Quadro 1	Temperaturas máximas, mínimas, médias mensais e precipitação mensal em Elvas de Novembro de 2013 a Maio de 2014.....	15
Quadro 2	Análise de variância relativa à produção de matéria seca do trevo subterrâneo (kg ha^{-1}), no 1º corte.....	19
Quadro 3	Produções médias de matéria seca (kg ha^{-1}) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo obtidas, no 1º corte.....	21
Quadro 4	Análise de variância relativa à produção de matéria seca (kg ha^{-1}) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 2º corte	22
Quadro 5	Produções médias de matéria seca (kg ha^{-1}) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo obtidas no, 2º corte.....	22
Quadro 6	Análise de variância relativa às produções médias de matéria seca total (kg ha^{-1}) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo	23
Quadro 7	Produções médias de matéria seca total (kg ha^{-1}) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo	24
Quadro 8	Análise de variância relativa ao teor de proteína bruta (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 1º corte.....	24
Quadro 9	Teores médios de proteína bruta (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 1º corte.....	25
Quadro 10	Análise de variância relativa ao teor de proteína bruta (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 2º corte.....	26
Quadro 11	Teores médios de proteína bruta (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 2º corte.....	27
Quadro 12	Análise de variância relativa aos teores de fibra bruta (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 1º corte.....	27

Quadro 13	Teores médios de fibra bruta dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 1º corte.....	28
Quadro 14	Análise de variância relativa aos teores de fibra bruta (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 2º corte.....	29
Quadro 15	Teores médios de fibra bruta (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 2º corte.....	29
Quadro 16	Análise de variância relativa à digestibilidade da matéria seca (%), dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 1º corte.....	30
Quadro 17	Valores médios de digestibilidade da matéria seca (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 1º corte.....	31
Quadro 18	Análise de variância relativa à digestibilidade da matéria seca (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 2º corte.....	31
Quadro 19	Valores médios de digestibilidade da matéria seca (%) dos ecótipos/variedade comercial do trevo subterrâneo, no 2º corte.....	32
Quadro 20	Análise de variância relativa às produções médias de matéria seca total (kg ha ⁻¹) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte.....	33
Quadro 21	Produções médias de matéria seca total (kg ha ⁻¹) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte.....	33
Quadro 22	Análise de variância relativa às produções de matéria seca total (kg ha ⁻¹) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 2º corte.....	34
Quadro 23	Produções médias de matéria seca total (kg ha ⁻¹) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 2º corte.....	34
Quadro 24	Análise de variância relativa às produções de matéria seca total (kg ha ⁻¹) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa.....	35

Quadro 25	Produções de matéria seca total (kg ha ⁻¹) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa.....	36
Quadro 26	Análise de variância relativa ao teor de proteína bruta (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte.....	36
Quadro 27	Teores médios de proteína bruta (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte	37
Quadro 28	Análise de variância relativa ao teor de proteína bruta (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 2º corte.....	37
Quadro 29	Teores médios de proteína bruta dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 2º corte.....	38
Quadro 30	Análise de variância relativa ao teor de fibra bruta (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte.....	38
Quadro 31	Teores médios de fibra bruta (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte.....	39
Quadro 32	Análise de variância relativa ao teor de fibra bruta (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 2º corte.....	39
Quadro 33	Teores médios de fibra bruta (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 2º corte.....	40
Quadro 34	Análise de variância relativa à digestibilidade da matéria seca (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte.....	40
Quadro 35	Teores médios da digestibilidade da matéria seca (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte.....	41
Quadro 36	Análise de variância relativa à digestibilidade da matéria seca (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 2º corte.....	41
Quadro 37	Teores médios da digestibilidade da matéria seca (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte.....	42

Quadro		43
38	Produção de matéria seca (kg ha^{-1}) dos ecótipos da serradela amarela..	
Quadro		44
39	Teores médios de proteína bruta (%) dos ecótipos da serradela amarela	
Quadro		44
40	Teores médios de fibra bruta (%) dos ecótipos da serradela amarela.....	
Quadro		44
41	Teores médios da digestibilidade da matéria seca (%) dos ecótipos da serradela amarela.....	
Quadro		44
42	Produção de matéria seca (kg ha^{-1}) do ecótipo da biserrula	
Quadro		43
43	Teor médio de proteína bruta (%) do ecótipo da biserrula	
Quadro		45
44	Teor médio de fibra bruta (%) do ecótipo da biserrula	
Quadro		45
45	Teor médio da digestibilidade de matéria seca (%) do ecótipo da biserrula.....	

Lista de Figuras

Nº da figura		Página
1	Distribuição dos talhões experimentais no campo.....	16

1. INTRODUÇÃO

Num mundo em que a população cresce de dia para dia, há uma consequente premência em aumentar a produção de alimentos, nomeadamente de carne, para satisfazer as necessidades globais. É então fundamental melhorar os recursos que são utilizados para a produção animal, em particular as pastagens. O aumento da produção de erva permitirá a diminuição do consumo de rações, havendo assim uma menor dependência dos preços praticados no mercado e um menor impacto ambiental. A erva de qualidade é um factor muito importante na sustentabilidade dos sistemas de produção de carne.

No caso dos animais estabulados, a sua alimentação resume-se quase exclusivamente à utilização de concentrados ou de forragens conservadas o que implica, logicamente, um custo de produção mais elevado (Teixeira, 2010). A nível energético, em termos de alimentação, é menos dispendioso o consumo de pastagens do que qualquer outro tipo de alimento, que tenha de ser colhido e conservado. Nos dias de hoje, onde tanto se fala da necessidade de uma alimentação saudável e de produzir produtos mais “amigos do ambiente”, a alimentação animal tende a ser o mais possível à base de erva.

As pastagens à base de leguminosas têm um elevado potencial por três motivos preponderantes: produzem alimento de qualidade para os animais, melhoram a fertilidade do solo e protegem-no contra o risco de erosão que ocorre com maior intensidade quando a sua superfície se encontra sem qualquer cobertura vegetal. Outra vantagem das leguminosas consiste no facto de fixarem simbioticamente o azoto atmosférico, o que lhes confere uma característica única. Quando qualquer cereal ou oleaginosa é precedido por uma leguminosa, esta normalmente deixa o solo em melhores condições de fertilidade daquelas em que se encontrava inicialmente. Em muitas situações procede-se a uma mistura de cereal-leguminosa em que a fixação de azoto por parte da leguminosa reduz a necessidade de fertilização da mistura (Castro *et al.*, 2009).

As pastagens naturais e semeadas correspondem a uma vasta área de Portugal que, ao não ser utilizada para pastagens, muito provavelmente seria deixada ao abandono (Freixial, 2010). Uma outra função importante das pastagens é a capacidade de sequestrar carbono, isto é, a captura do dióxido de carbono atmosférico e a consequente incorporação na forma de matéria orgânica (Sollins *et al.*, 1996).

Assim, as pastagens contribuem para a redução da emissão de gases com efeito de estufa.

A diversidade de plantas numa pastagem estabiliza a retenção de nutrientes no solo (Schläpfer e Schmid, 1999), promovendo o armazenamento de azoto e de carbono (de Deyn *et al.*, 2009). As pastagens biodiversas proporcionam maiores produções de matéria seca, sendo que este facto melhora significativamente a qualidade da carne e do leite (Crespo, 2009).

Em Portugal existem, aproximadamente, 1,8 milhões de hectares dedicados a pastagens (www.INE.pt). Existem três principais sistemas de pastagens: pastagens naturais, pastagens naturais melhoradas e pastagens permanentes semeadas ricas em leguminosas. Cada um destes sistemas representa um tipo de intensificação diferente (Teixeira, 2010). O sistema de pastagens naturais é o que ocupa maior área e é o que contém as pastagens mais pobres e no qual as intervenções agrícolas são praticamente inexistentes. A diferença entre o sistema de pastagens naturais e pastagens naturais melhoradas é apenas que neste último se procede à fertilização. As espécies de leguminosas e gramíneas são as mesmas, mas nas pastagens naturais melhoradas a produtividade é superior. Muitas vezes, esses níveis de produtividade não satisfazem, ainda, as necessidades alimentares dos animais.

As pastagens permanentes semeadas ricas em leguminosas consistem na mistura de até vinte espécies ou variedades diferentes. Este tipo de sistema é mais produtivo que os outros dois atrás referidos (Carneiro *et al.*, 2005) o que veio desagravar um dos grandes problemas dos produtores pecuários em regime semi-extensivo ou extensivo. Para além disso, tem a vantagem, em relação aos outros dois sistemas, de conduzir a aumentos significativos de matéria orgânica do solo (Teixeira *et al.*, 2011).

O Alentejo é das maiores e mais áridas regiões de Portugal. A sua área corresponde a cerca de 3 000 000 de hectares, 33% do território continental, sendo que 2 100 000 hectares são considerados inapropriados para a prática agrícola (Serrano, 2006).

Em algumas zonas do Alentejo a precipitação anual varia entre os 400 e os 600 mm, com excepções pontuais, e as temperaturas médias anuais entre os 15 °C e os 17 °C. A temperatura média do mês mais quente ronda os 30 °C. Podem encontrar-se no Alentejo uma grande variedade de gramíneas pratenses dos géneros *Poa*,

Cynodon, *Bromus* e *Dactylis*, assim como algumas leguminosas anuais dos géneros *Trifolium*, *Medicago* e *Trigonella* (Serrano, 2006).

Mesmo após a construção da barragem do Alqueva, que aumentou consideravelmente o número de hectares de regadio, o Alentejo é, maioritariamente, uma zona de sequeiro. Interessa, então, na instalação de uma pastagem nestas condições, semear leguminosas que sejam tolerantes a longos períodos de ausência de chuva, inclusive de secura extrema. Estas leguminosas têm que ter a capacidade de se desenvolver nestas condições e de conseguir produzir sementes tendo estas uma determinada percentagem de sementes duras e/ou dormentes. Tendo estas características, é possível sobreviverem às chamadas “falsas outonadas”, assegurando assim a continuidade da pastagem, ano após ano. As “falsas outonadas” são períodos de precipitações pontuais mas sem qualquer continuidade fazendo com que muitas plantas germinem mas devido à posterior ausência de precipitação a esmagadora maioria das plantas acaba por morrer.

Para a constituição de pastagens no sequeiro do Alentejo deverão considerar-se leguminosas anuais de ressementeira natural. Estas têm a capacidade de resistir às situações adversas anteriormente referidas. Até ao início dos anos 90, eram comumente utilizados o trevo subterrâneo (*Trifolium subterraneum*) e as luzernas anuais (*Medicago* spp.) (Nichols *et al.*, 2007). Outras espécies, entretanto, começaram a ganhar alguma relevância como o trevo-da-Pérsia (*Trifolium resupinatum*), o trevo balansa (*Trifolium michelianum*), o trevo encarnado (*Trifolium incarnatum*), o trevo rosa (*Trifolium hirtum*), a serradela rosa (*Ornithopus sativus*), a serradela amarela (*Ornithopus compressus*) e a biserrula (*Biserrula pelecinus*) (Nichols *et al.*, 2007). O melhoramento destas espécies é necessário para se retirar o máximo tanto das potencialidades das condições edafo-climáticas como da produtividade da espécie e/ou variedade.

A sustentabilidade de uma pastagem depende não só do clima mas também do tipo de solo e do sistema de manejo (Nichols *et al.*, 2007). O melhoramento tem, contudo, maior eficácia se forem utilizadas espécies nativas ou já existentes no local (Porqueddu *et al.*, 2013).

A Estação de Melhoramento de Plantas (EMP), do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, tem, também, como objectivo disponibilizar às empresas de sementes e, indirectamente, às empresas agrícolas, variedades de espécies pratenses com valor agronómico para a produção agrícola. No

desenvolvimento de um projecto ProDer da medida de valorização dos recursos genéticos, designado “Conservação e selecção de ecótipos de leguminosas pratenses e forrageiras”, que é conduzido pela EMP e tem como parceiro a empresa Fertiprado, partiu-se de mais de seiscentos ecótipos (entre eles 482 ecótipos de *T. subterraneum*, 99 de *O. compressus*, 48 de *B. pelecinus* e 13 de *O. sativus*) e fez-se durante três anos uma selecção dos que apresentavam melhores características para serem finalmente escolhidos e propostos ao Catálogo Nacional de Variedades (CNV). Os critérios de selecção foram o elevado vigor invernal, a elevada produção invernal de fitomassa, a grande produção de biomassa no ciclo produtivo, a alta produção de sementes e o porte prostrado. Todas estas características foram registadas e avaliadas em plantas isoladas. Após dois anos de observações e medições, as quais incluíram em 2012/2013 a avaliação da produtividade e qualidade do material vegetal, em povoamento denso com superfícies de 1,0 m x 0,6 m, apenas nove ecótipos foram propostos ao CNV, quatro de trevo subterrâneo subespécie *brachycalycinum*, dois de serradela rosa, dois de serradela amarela e um de biserrula.

No ano de 2013/2014 semearam-se os ecótipos eleitos, de acordo com o estipulado no processo de candidatura ao CNV, em talhões de 2,0 m x 2,0 m, para determinar a disponibilidade de biomassa durante o ciclo produtivo e alguns parâmetros de qualidade, nomeadamente os teores de proteína e de fibra bruta e a digestibilidade da matéria seca.

2. BREVE CARACTERIZAÇÃO DAS LEGUMINOSAS PRATENSES ANUAIS EM ESTUDO

Neste capítulo apresentam-se, resumidamente, algumas características das leguminosas em estudo.

2.1. Trevo subterrâneo (*Trifolium subterraneum*)

O trevo subterrâneo vegeta espontaneamente na zona mediterrânica, o que acontece com muitas outras leguminosas pratenses anuais de ressementeira natural. O seu nome deriva do facto de ter a capacidade de enterrar os glomérulos, que são revestidos exteriormente por flores estéreis, nas camadas superficiais do solo, permitindo proteger as sementes da secura estival, assegurando assim a continuidade da espécie (Frame *et al.*, 1998).

Esta espécie é uma das leguminosas anuais mais importantes no âmbito das pastagens de sequeiro na zona mediterrânea. O seu melhoramento genético nas décadas de 50 e 60 para a região da Bacia Mediterrânica (Morley e Katznelson, 1965; Crespo, 1970) deveu-se, em grande parte, à deficiente adaptação dos trevos importados da Austrália, principalmente no que se refere à diferença de períodos de floração entre a Austrália e a Península Ibérica, que teve como consequência a escassa produção de semente.

A densidade de sementeira do trevo subterrâneo estreme deverá rondar os 10-15 kg ha⁻¹ (Frame *et al.*, 1998). No entanto, a quantidade de semente deverá aumentar caso a sementeira seja realizada tardiamente. Esta espécie possui características muito importantes, nomeadamente, a boa produção invernal e a extraordinária capacidade de suportar o pastoreio intenso e contínuo, muito devido ao seu porte prostrado. Encontra-se em regiões cuja precipitação média anual vai desde os 375 mm aos 700 mm (Frame *et al.*, 1998). Com uma elevada e densa produção de meristemas (Ates, 2009), grande capacidade de ressementeira natural, favorecida pelo enterramento dos glomérulos no solo, uma produção de sementes duras de cerca de 10%, a capacidade de fixar azoto atmosférico e de melhorar a fertilidade e estrutura do solo (Crespo, 1968; Porqueddu e González, 2006) fazem com que esta leguminosa com desenvolvimento de Outono-Primavera tenha um grande interesse agronómico.

O trevo subterrâneo tem capacidade para fixar cerca de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de azoto atmosférico (Morley, 1961) e, com a morte da planta, os detritos contribuem positivamente para o aumento da fertilidade do solo, sendo que a morte da planta se dá naturalmente depois da maturação das sementes (Crespo, 1968). Outros valores de fixação de azoto são referidos por Carranca (2000), 25 a 200 kg N ha⁻¹ ano⁻¹. A produção do trevo subterrâneo varia muito, dependendo da quantidade e da periodicidade da época das chuvas, podendo ir das 4 t MS ha⁻¹ (Santos *et al.*, 2012) até às 12 t MS ha⁻¹ (Frame *et al.*, 1998).

2.1.1. As subespécies de trevo subterrâneo

Segundo Katznelson e Morley (1965b) e Zohary e Heller (1984), a espécie de *T. subterraneum* está dividida em três subespécies: *subterraneum*, *brachycalycinum* e *yanninicum* também designados por trevos subterrâneos S, B e Y. Esta distinção deve-se ao facto de as subespécies estarem fortemente isoladas geneticamente e à óbvia distinção morfológica. Alguns autores, no entanto, consideram que são três espécies distintas (Katznelson, 1974; Frame *et al.*, 1998).

Em termos morfológicos, as subespécies de trevo subterrâneo distinguem-se sobretudo nas seguintes características: na subespécie *subterraneum*, o cálice cobre toda ou a maior parte da vagem e tem nervuras longitudinais e as plantas são usualmente pubescentes. Esta é a subespécie que tem distribuição geográfica mais larga. Tem preferência por solos com textura franca e com pH(H₂O) a variar entre o ácido a neutro (Crespo, 1968). É, geralmente, a mais precoce de todas, crescendo lentamente no Inverno e com boa produção na Primavera.

Na subespécie *yanninicum*, o cálice tem as características do caso anterior e é, além disso, enrugado transversalmente, sendo as plantas glabras. É a que melhor se adapta a condições de encharcamento, pelo facto de possuir raízes mais superficiais mas também por estas terem maior poder de oxidação (Crespo, 1975). Prefere solos com pH(H₂O) na gama do ácido a neutro, de textura franca. É menos resistente ao frio que a subespécie *subterraneum* mas mais resistente que a subespécie *brachycalycinum*.

Por seu lado, na subespécie *brachycalycinum*, o cálice cobre apenas a base ou o terço inferior do aquénio, os pedúnculos são delgados e sarmentosos, as sementes são mais compridas do que largas e o comprimento da corola é, no máximo, duas

vezes maior que o do cálice. Possui porte prostrado e caules e folhas de uma forma geral glabras (Crespo, 1975). É a única subespécie que tolera a alcalinidade, tendo assim preferência por solos neutros a alcalinos com textura mais pesada e maior capacidade de retenção de água, o que pode explicar o facto de ser a subespécie mais tardia e com maior produção de biomassa, sendo a menos resistente ao frio e a menos exigente em vernalização (Crespo, 1975).

2.1.2. Ecologia do trevo subterrâneo

O trevo subterrâneo possui um grande número de variedades com ciclos diferentes e com uma enorme capacidade de adaptação às distintas condições edafo-climáticas; é uma das espécies a incluir nas misturas a instalar para as pastagens temporárias e permanentes de sequeiro que, nas condições mediterrânicas, devem ser biodiversas (Freixial e Barros, 2012). No entanto, a sua instalação, perenidade e produtividade podem ser afectadas por vários factores climáticos, edáficos e bióticos. Referem-se, em seguida, alguns desses factores.

2.1.2.1. Factores climáticos

São cinco os limites climáticos, sugeridos por Katzelson (1974) que dificultam a perenidade da espécie: a) limite de elevada humidade no solo no Verão, b) limite frio no Inverno, c) limite quente no Inverno, d) limite árido e e) limite de elevada temperatura do solo no Verão. Apresenta-se uma sucinta caracterização de cada um deles.

a) O limite de elevada humidade no solo no Verão corresponde a regiões em que a precipitação excede os 1000 mm, o solo está com demasiada humidade no Verão e o trevo subterrâneo é substituído pelo trevo branco (*Trifolium repens*).

b) Este limite demarca as regiões nas quais o frio em excesso durante o estado de floração poderá reduzir e até suprimir a produção de semente (Donald, 1960). É importante realçar que esta situação afecta mais substancialmente as variedades precoces devido ao facto de o período de maior carência de água no solo estar próximo do início da floração. Nas regiões onde a temperatura média do mês mais frio esteja abaixo dos 4 °C o trevo subterrâneo não deve ser semeado.

c) Algumas variedades de trevo subterrâneo têm necessidade de vernalização para que ocorra a diferenciação floral (Donald, 1960). As cultivares mais tardias são mais exigentes em frio e poderá dar-se o caso de não florirem por haver insuficiência de temperaturas baixas, contudo, esta exigência poderá ser atenuada pelo aumento do fotoperíodo (Evans, 1988). Na Austrália, este limite, para uma das variedades mais tardias de trevo subterrâneo, Mount-Barker, é a linha isotérmica de 12,5 °C. Predominantemente, na bacia mediterrânica, o limite encontra-se nos 13 °C. Portugal encontra-se fora deste limite, uma vez que a temperatura média de Janeiro, apenas na zona do Cabo Carvoeiro atinge 11,5 °C.

d) No sudoeste da Península Ibérica, o limite árido é o principal factor limitante da perenidade da espécie. Corresponde ao teor de humidade na atmosfera e no solo abaixo do qual se dá aborto floral e a deficiente formação de semente.

e) A dormência e dureza das sementes podem ser fortemente reduzidas, devido às elevadas temperaturas que se poderão fazer sentir no solo no Verão as quais limitam o efeito nos mecanismos que regulam a germinação.

2.1.2.2. Factores bióticos

Os factores bióticos afectam fortemente a presença e a abundância do trevo subterrâneo. É necessária a inoculação com estirpes de rizóbio específicas. A falta de nutrientes, como o molibdénio, o fósforo, o cobalto e o cálcio, assim como a temperatura e a humidade do solo são factores que condicionam a presença do *Rhizobium*. A acidez dos solos constitui o maior problema para a presença de *Rhizobium*, sendo que raramente é encontrado em solos cujo pH(H₂O) seja inferior a 5. O trabalho de selecção dos investigadores torna-se mais difícil porque a fixação de azoto atmosférico está dependente da interacção de três factores: rizóbio-ambiente-planta.

O manejo de pastagens deve, também, ter em conta o estabelecimento e/ou a persistência das espécies nelas introduzidas, com ênfase para uma boa produção de sementes (Ates, 2009). As condições para uma boa germinação têm que ficar garantidas no Verão. É, assim, necessário remover ou diminuir a área de ensombramento, o que irá permitir uma maior área de exposição solar e, conseqüente, maior aquecimento do solo, o que garante a quebra da dureza das sementes (dureza seminal) e, assim, um aumento da taxa germinativa (Leigh *et al.*, 1995; Porqueddu e González, 2006). Daí a importância da remoção do pasto seco, nomeadamente através do pastoreio.

Alguns dias após as primeiras chuvas de Outono dá-se a germinação do trevo subterrâneo, sendo esta mais rápida quando a temperatura nesta época do ano é mais elevada (Porqueddu e González, 2006). O pastoreio é recomendado (Costello e Costello, 2003) a partir da quarta folha verdadeira do trevo pois é nesta fase que as plântulas estão mais susceptíveis à competição com as gramíneas, tanto pela humidade, como pela luz e pelos nutrientes (Dear e Cocks, 1997).

Porqueddu e González (2006) consideram que o pastoreio intenso no Inverno pode estimular o crescimento vegetativo do trevo subterrâneo e aumentar a produção de semente. No entanto, tem que se ter em conta que o pastoreio em períodos de chuva compacta seriamente os solos, reduzindo a profundidade útil explorável pelas raízes o que poderá comprometer a disponibilidade de água na Primavera. O trevo subterrâneo reage bem a esta circunstância mas a sua produtividade pode vir a ser afectada, em alguns casos (Aguiar *et al.*, 2012). O pastoreio no Verão não deverá ser muito intenso pois poderá verificar-se a ingestão de glomérulos em excesso e, portanto, a diminuição significativa do número de sementes com o consequente risco da menor persistência da pastagem (Ates, 2009).

2.2. Serradela rosa (*Ornithopus sativus*)

A serradela rosa (*Ornithopus sativus*) é uma leguminosa anual cujos caules podem atingir 70 cm. Tem um hábito de crescimento semi-erecto com grande densidade dos caules (Porqueddu *et al.*, 2013). As suas folhas são pinadas e os folíolos têm cerca de nove a dezoito pares, de cor verde-azulada, lanceolados, até 1 cm de comprimento. A inflorescência possui duas a cinco flores que vão desde o rosa ao branco. As sementes desenvolvem-se em vagens até 3 cm de comprimento, com três a sete segmentos compactos, cada um contendo uma semente reticulada castanha. Quando os segmentos atingem a maturidade, a luz faz com que abram e as sementes caiem no solo. Possui um sistema radical profundo, podendo chegar a atingir os 1,20 m (Venâncio, 2003), mas não tão profundo como o da serradela amarela (*O. compressus*).

No sudoeste da Europa, a serradela rosa cresce como sendo uma planta anual de Verão. Está bem adaptada a regiões de clima do tipo mediterrâneo. As suas necessidades hídricas são, no mínimo, 500 mm de precipitação anual (Frame *et al.*, 1998). As sementes germinam no Outono, na altura das chuvas. Variedades mais

tardias requerem maiores quantidades de precipitação durante o período de crescimento do que as precoces, de modo a que haja uma boa produção de semente (Simões *et al.*, 2003/2004). É uma espécie tolerante a solos inférteis, ácidos e pesados. O seu crescimento ocorre entre o Outono e a Primavera. É uma leguminosa pouco tolerante à geada mas tolerante à seca.

Devido ao seu sistema radical profundo, a serradela rosa tem menores exigências em fósforo e potássio do que o trevo subterrâneo para alcançar boas taxas de crescimento (Nutt e Paterson, 1997). É frequentemente necessária a inoculação com *Rhizobium* aquando da sementeira. Tem capacidade para dispersar as sementes naturalmente, regenerando cada ano, após o Verão. Contribui ainda para o “banco de sementes” que é formado na Primavera. O solo tem que estar bem preparado e uniforme para se obter boa germinação. A profundidade de sementeira deve ser de 10-20 mm. A sementeira deve realizar-se no final do Verão/início de Outono, quando houver suficiente humidade no solo para garantir a germinação. A quantidade de sementes deverá rondar os 8-10 kg ha⁻¹, quando cultivado estreme (Dear, *et al.*, 2008). A percentagem de sementes duras desta espécie é normalmente de 30-40% o que, aliado ao seu porte semi-erecto, faz com que tenda a desaparecer da pastagem ao fim de poucos anos.

Como quase todas as leguminosas, no que diz respeito à competição com as gramíneas, a serradela rosa numa fase inicial está fortemente dependente do pastoreio (devido à pouca luz que recebe). Uma vez estabelecida é capaz de um crescimento vigoroso desde que haja nutrientes no solo, abastecimento de água durante o Outono e Primavera e uma boa gestão do pastoreio. O seu pico de crescimento dá-se na Primavera. Deverá, no entanto, haver um equilíbrio entre o crescimento e a utilização da forragem para permitir a produção de sementes. Um pastoreio tardio na Primavera poderá pôr em risco a persistência da espécie, pois provoca uma redução na produção de sementes na ordem dos 50% (Conlan *et al.*, 1994).

Segundo Taylor *et al.* (1997), constata-se rendimentos de 10-11 t ha⁻¹ de MS em condições óptimas. Em áreas marítimas, como no noroeste de Espanha, com sementeira no Outono obtiveram-se 4 t ha⁻¹ de MS na Primavera, que foram utilizadas para conservação em silagem (Iglesias e Lloveras, 1998). Esta leguminosa é também adequada para a conversão em feno, uma vez que tem alta digestibilidade. Tem um alto valor nutritivo e é rica em proteína, sendo que estes valores diminuem com o avanço da maturidade da planta (Iglesias e Lloveras, 1998). Tal, está de acordo com o

padrão de muitas leguminosas, em que se verifica o acréscimo do teor de matéria seca, a partir da plena floração. A produção de forragem é bastante variável de ano para ano, em parte devido à dependência da quantidade de sementes produzidas em cada ano.

2.3. Serradela amarela (*Ornithopus compressus*)

A serradela amarela (*Ornithopus compressus*) deve o seu nome comum à cor da sua corola. É uma planta que existe naturalmente em pastagens nos países mediterrânicos, em solos não calcários e com precipitações anuais acima dos 400 mm. A serradela amarela cresce em todos os solos em que o trevo subterrâneo vegeta mas também em solos mais arenosos e mais argilosos onde o trevo dificilmente se estabelece (Frame *et al.*, 1998).

A serradela amarela tem um hábito de crescimento prostrado e um sistema radical mais profundo do que a serradela rosa e o trevo subterrâneo, o que significa que em condições extremas de seca tem a possibilidade de sobreviver com maior facilidade que as outras duas leguminosas.

A inflorescência da serradela amarela é um cacho com três a sete flores e a floração começa no início da Primavera. O cálice tem forma obcónica-tubulosa com os segmentos quase todos iguais entre si. As folhas são pubescentes, densas e imparipinuladas, as inferiores são pecioladas e as restantes são sésseis, com estípulas pequenas (Venâncio, 2003).

A quantidade de sementes para um cultivo em estreme deverá rondar os 10 kg ha⁻¹ (Ovalle *et al.*, 2005) e pode produzir cerca de 6 t MS ha⁻¹ (Rojas *et al.*, 2002). Em comparação com a serradela rosa, a percentagem de sementes duras da serradela amarela é superior e pode atingir os 100% no final do Verão, o que significa que as sementes desta espécie terão maiores probabilidades de sobreviver durante maiores períodos de tempo no solo. Como desvantagem, acontece muitas vezes que as sementes da serradela amarela não germinam no ano em que se formam ou em que foram semeadas mas apenas em anos seguintes, pelo que normalmente é semeada em conjunto com a serradela rosa de mais fácil germinação, o que garante a disponibilidade de biomassa enquanto não é quebrada a dureza das sementes da serradela amarela. Para contrariar este problema é necessária uma escarificação das

sementes, o que garante uma maior germinação no primeiro ano mas que volta a ser um problema na ressementeira natural no segundo ano de instalação.

2.4. Biserrula (*Biserrula pelecinus*)

O género *Biserrula*, hoje em dia com sinonímia *Astragalus*, consiste numa só espécie, *Biserrula pelecinus* (Howieson *et al.*, 1995; Loi *et al.*, 1997). O nome advém do latim *bis* (que significa duas vezes) e de *serrulatus* (serra) em referência à forma da vagem (Simões *et al.*, 2003/2004). A biserrula é originária das zonas mediterrânicas da Europa, Norte de África e das Ilhas Canárias (Allen e Allen, 1981). Também foi encontrada nas ilhas gregas (Ewing e Howieson, 1987; Howieson e Loi, 1994; Nutt *et al.*, 1996), Marrocos (Beale *et al.*, 1991), Sardenha (Howieson e Loi, 1994; Loi *et al.*, 1995), Síria (Ehrman e Cocks, 1990), Espanha, Portugal, Tunísia e Córsega (Espigares e Peco, 1995).

Esta leguminosa encontra-se em altitudes que rondam os 0 e os 1000 m (Howieson e Loi, 1994) e em regiões cuja precipitação média anual varia desde os 325 mm, como nas Ilhas Gregas (Ewing e Howieson, 1987) e os 700 mm, na Sardenha e em Portugal (Loi *et al.*, 1995). Predomina quase exclusivamente em solos ácidos, sendo que 75% dos acessos recolhidos por Howieson e Loi (1994) eram provenientes de solos com pH(H₂O) igual ou inferior a 6. A densidade de sementeira em estreme deverá ser cerca de 8-10 kg ha⁻¹ (del Pozo e Ovalle, 2009). A resistência à seca que se deve, como em muitos casos, ao seu sistema radical profundante, faz com que se mantenha verde durante mais tempo que outras leguminosas (Loi *et al.*, 1999, cit. in Simões *et al.*, 2003/2004). Esta planta anual é muitas vezes a única leguminosa a permanecer em locais arenosos, muito ácidos, demonstrando o seu alto nível de resistência à seca e capacidade de sobrevivência em solos pobres (Loi *et al.*, 1995; Nandasena *et al.*, 2004; Porqueddu *et al.*, 2013). O seu porte é prostrado e cerca de 40% das sementes conseguem sobreviver após a ingestão por parte das ovelhas (Loi *et al.*, 2001), razão pela qual o pastoreio de gado ovino, no Verão, não compromete a sobrevivência e/ou a persistência desta leguminosa. Técnicos do INIAV têm verificado grande dificuldade em estabelecimento de campos de biserrula porque esta apresentou frequentemente uma reduzida germinação, principalmente no primeiro ano (Carneiro, 2014, comunicação pessoal).

Estudos realizados no ano de 1993, na Austrália Ocidental, em que esta leguminosa foi inoculada com estirpes específicas de *Mesorhizobium* spp. resultaram no sucesso desta espécie em pastagens dessa região (Howieson *et al.*, 1995). Mas tal processo de melhoramento está longe de estar acabado (Nandasena *et al.*, 2004). No caso geral das leguminosas, a adaptabilidade a situações edáficas com limitações está mais fortemente associada à sobrevivência e eficácia do rizóbio do que do hospedeiro (Carneiro, 2014, comunicação pessoal).

A produção de biserrula na Primavera pode atingir, em condições ótimas, entre 2,5 e 10 t MS ha⁻¹, o que é comparável à da serradela rosa e do trevo subterrâneo (Loi *et al.*, 2001). A qualidade da forragem é elevada em termos de digestibilidade da MS, energia metabolizável e proteína bruta. Tal como o trevo subterrâneo, esta leguminosa é bastante tolerante ao pastoreio.

Esta leguminosa tem microssimbiontes tolerantes à acidez (*Mesorhizobium* spp.) que podem persistir e possibilitar excelente nodulação em solos com valores de pH(H₂O) tão baixos como 4,0. A biserrula tem provado ser uma alternativa viável em solos ácidos onde o trevo subterrâneo tem já historial (Nichols *et al.*, 2007). A planta tem um sistema radical profundo, podendo atingir mais de dois metros em solos sem restrições, o que é importantíssimo para a sua sobrevivência em períodos longos de seca e para proporcionar um maior período de alimentação em verde para os animais. Além disso, plântulas de biserrula parecem sobreviver melhor a curtos períodos de seca do que a maioria das outras espécies de leguminosas anuais de clima mediterrânico. Mas não tolera solos arenosos, onde as espécies de serradela são a única opção (Loi *et al.*, 2001).

Para um estabelecimento óptimo a profundidade de sementeira da biserrula não deve exceder os 2 cm. Uma mistura desta leguminosa com trevo subterrâneo, serradela amarela ou serradela rosa em solos ácidos poderá ser uma boa opção.

Tal como acontece com outras leguminosas, o pastoreio da biserrula deve ter em conta a persistência da mesma no anos vindouros, sendo que há que garantir uma boa produção de sementes para garantir o sucesso contínuo da pastagem e evitar a necessidade de nova sementeira. Em regiões de elevada precipitação é conveniente atrasar a sementeira, desde que a temperatura não baixe muito, para se alcançar um bom controlo das infestantes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do ensaio experimental

O estudo comparativo de leguminosas pratenses que deu origem ao trabalho que se apresenta realizou-se na Estação de Melhoramento de Plantas, em Elvas, com latitude de 38°N e 54' e longitude de 7°O e 19' e a 208 m de altitude. Este ensaio está inserido no Projecto ProDer 18645 "Conservação e selecção de ecótipos de leguminosas pratenses e forrageiras" como já foi referido no capítulo introdutório.

3.2. Caracterização do clima

O clima de Elvas é mediterrânico, apresenta uma secura estival acentuada e estações de Outono e de Inverno chuvosos. Os Verões apresentam temperaturas bastantes elevadas chegando aos 45°C (Serrano, 2006) e os Invernos são frios com frequentes geadas – nos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro – o que determina uma amplitude de variação térmica anual de quase 20°C.

Segundo a classificação de Köppen, Elvas apresenta um clima mesotérmico húmido (Csa). A estação quente está compreendida entre Março e Setembro. A estação chuvosa congrega cerca de 70% da precipitação total anual, sendo que o valor médio registado na série climática 1961-1990 é de 535,4 mm. Segundo Farinha (1994), em média, há défice de água no solo entre Março e Outubro. A temperatura média do mês mais quente, Julho, é de 25,1°C e do mês mais frio, Janeiro, é de 8,6°C.

De acordo com a classificação de Thornthwaite, Elvas tem C1B'2sa', isto quer dizer, clima sub-húmido, mesotérmico, com moderado excesso de água no Inverno e com nula ou pequena concentração estival da eficiência térmica.

No quadro 1 apresentam-se as temperaturas máximas, mínimas e médias mensais e a precipitação mensal verificadas nos meses de Novembro de 2013 a Maio de 2014, período em que decorreu o ensaio experimental.

Quadro 1. Temperaturas máximas, mínimas, médias mensais e precipitação mensal verificadas em Elvas de Novembro de 2013 a Maio de 2014

	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura média (°C)	Precipitação (mm)
Novembro	17,9	5,8	11,5	4,6
Dezembro	15,2	3,4	9,6	71,4
Janeiro	14,8	6,9	10,6	74,2
Fevereiro	15,1	5,3	10,1	121,9
Março	19,7	6,5	13,2	19,2
Abril	22,7	9,9	16,2	90,0
Maio	27,9	11,4	20,5	23,8

Fonte: Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, Elvas

3.3. Recursos genéticos/material vegetal

Esta dissertação acompanha a 3ª fase do projecto ProDer, já referido, sendo esta a fase de candidatura de registo das novas variedades pratenses ao Catálogo Nacional de Variedades (CNV). As duas primeiras fases decorreram ao longo dos 3 anos anteriores, onde os ecótipos foram avaliados, seleccionados e multiplicados os que apresentaram melhores características de produtividade e qualidade.

No presente trabalho estão a ser propostos para o CNV quatro ecótipos de trevo subterrâneo (*Trifolium subterraneum* spp. *brachycalycinum*) designados por 13146, 13147, 13148 e 13149, dois ecótipos de serradela rosa (*Ornithopus sativus*), 12210 e 13154, dois ecótipos de serradela amarela (*Ornithopus compressus*) 13157 e 13158 e um ecótipo de biserrula (*Biserrula pelecinus*) ao qual se atribuiu o número 13152. O estudo destes novos ecótipos integra como testemunhas variedades comerciais. No caso do trevo subterrâneo foram usadas as variedades: Antas, Romel, Davel, Mintaro e Campeda e para a serradela rosa a variedade Cádiz.

3.4. Solo

O solo onde foi instalado o ensaio experimental era de textura franco-argilosa, com pH(H₂O) de 7,3 e muito baixo teor de matéria orgânica, 0,87%. Os teores de

potássio e fósforo extraível apresentavam valores superiores a 200 mg kg⁻¹ de K₂O e P₂O₅, respectivamente.

3.5. Instalação e condução do ensaio

A preparação do solo para a sementeira realizou-se no dia 30 de Outubro 2013. Foram necessárias duas passagens com uma grade de discos e uma com um vibrocultor para a remoção de infestantes e para o melhor acondicionamento da terra, com vista a preparar convenientemente a cama da semente e a emergência das plântulas. Com a mobilização do solo foi realizada a adubação fosfatada com 200 kg ha⁻¹ de superfosfato 18%.

Procedeu-se à sementeira das leguminosas pratenses a 7 de Novembro de 2013, em talhões de 4 m² (2 m x 2 m), compostos por 10 linhas de sementes separadas por 20 cm. A densidade de sementeira foi de 500 plantas m⁻², o que fez um total de 2000 sementes por talhão. O ensaio tinha uma área total de 120 m².

Na figura 1 apresenta-se a distribuição dos talhões na área de ensaio. Este era, assim, constituído por quinze ecótipos e/ou variedades, cada um com duas repetições. O ensaio foi delineado em blocos completamente casualizados.

2ª repetição

<i>O. sativus</i> Cádiz	<i>T. subterraneum</i> 13146	<i>O. compressus</i> 13158	
<i>B. pelecinus</i> 13152	<i>T. subterraneum</i> 13147	<i>T. subterraneum</i> Campeda	<i>T. subterraneum</i> Romel
<i>T. subterraneum</i> 13148	<i>T. subterraneum</i> Mintaro	<i>T. subterraneum</i> Antas	<i>O. compressus</i> 13157
<i>T. subterraneum</i> 13149	<i>T. subterraneum</i> Davel	<i>O. sativus</i> 12210	<i>O. sativus</i> 13154

1ª repetição

<i>T. subterraneum</i> 13148	<i>T. subterraneum</i> 13149	<i>O. sativus</i> Cádiz	
<i>O. compressus</i> 13157	<i>T. subterraneum</i> Antas	<i>B. pelecinus</i> 13152	<i>T. subterraneum</i> Romel
<i>O. sativus</i> 13154	<i>T. subterraneum</i> Davel	<i>O. sativus</i> 12210	<i>T. subterraneum</i> 13147
<i>T. subterraneum</i> Mintaro	<i>O. compressus</i> 13158	<i>T. subterraneum</i> 13146	<i>T. subterraneum</i> Campeda

ESTRADA

Figura 1. Distribuição dos talhões experimentais no campo

Como a falta de chuva se fez sentir bastante na região de Elvas no início do Outono, tal como se pode constatar no quadro 1, foi necessário regar-se os talhões em Dezembro para a emergência das plântulas e desenvolvimento das plantas ter sucesso. No total, contabilizaram-se três regas que perfizeram 22,5 mm de água (cada uma com 7,5 mm) nos dias 5 e 12 de Dezembro de 2013 e a última a 11 de Abril de 2014.

Procedeu-se a quatro ondas de infestantes, a primeira a 27 de Fevereiro de 2014, a segunda e terceira a 6 e 13 de Março de 2014 e a última a 11 de Abril de 2014.

Realizaram-se dois cortes, o primeiro a 9 de Abril de 2014 e o segundo a 20 de Maio de 2014. A avaliação da biomassa obtida em cada talhão experimental foi realizada por amostragem, em 0,64 m² de área, tendo sido usados dois quadrados de 0,32 m² cada, colocados no centro de cada talhão. No caso dos talhões de *O.*

compressus e de *B. pelecinus*, apenas foi possível cortar o material vegetal correspondente a 20 de Maio, devido ao reduzido crescimento observado até à data do 1º corte.

Após pesagem da matéria verde colhida nas unidades de amostragem, foi retirada uma amostra de 400 g, no 1º corte, e de 200 g, no 2º corte, para determinação da matéria seca, após secagem em estufa de ventilação forçada, a 65-70 °C durante 48 horas e para posterior caracterização laboratorial.

3.6. Métodos de caracterização laboratorial

3.6.1. Solo

As análises de solo foram realizadas no Laboratório da Escola Superior Agrária de Elvas. Foram determinados o pH em água e os teores de matéria orgânica e de fósforo e potássio extraíveis.

3.6.1.1. pH em água

Extração 1 : 2,5 (solo : água), determinado por potenciometria.

3.6.1.2. Matéria orgânica

A percentagem de matéria orgânica foi medida através do método Wakley-Black.

3.6.1.3. Potássio e fósforo extraíveis

O potássio e fósforo extraíveis foram determinados pelo método de Egner-Riehm.

3.6.2. Material vegetal

As análises laboratoriais do material vegetal foram realizadas no Laboratório Químico do INIAV, em Elvas.

Após a secagem todas as amostras de material vegetal foram moídas com um crivo de 1 mm de malha.

Determinou-se o teor de proteína bruta, de fibra bruta e a digestibilidade da matéria seca.

3.6.2.1. Proteína bruta

Procedeu-se à determinação da proteína bruta segundo a Norma Portuguesa 2030:1996. É expressa em percentagem.

3.6.2.2. Fibra Bruta

Para a determinação da fibra bruta foi utilizada a Norma Portuguesa 2029:1994. Expressa-se este parâmetro também em percentagem.

3.6.2.3. Digestibilidade da matéria seca

A digestibilidade da matéria seca do material vegetal foi determinada *in vitro* pelo método da Pepsina – Celulase (Terry *et al.*, 1978).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Trevo subterrâneo

Quando se procedeu ao 1º corte, as plantas de grande parte dos talhões experimentais encontravam-se entre as fases de início de floração e plena floração. No 2º corte, estas estavam entre as fases de fim de floração e maturação.

4.1.1. Produção de matéria seca

A análise de variância relativa ao efeito dos factores considerados sobre a produção de matéria seca do 1º corte dos ecótipos e/ou variedades comerciais do trevo subterrâneo apresenta-se no quadro 2. A sua observação permite constatar que o ecótipo e/ou variedade comercial desta espécie não influenciou significativamente a produção de matéria seca.

Quadro 2. Análise de variância relativa à produção de matéria seca (kg ha^{-1}) dos ecótipos e/ou variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 1º corte

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F _{calculado}	P
Ecótipo/variedade comercial	8	$7,8687 \times 10^6$	983592,0	1,00	0,4969 ns
Erro	9	$8,8894 \times 10^6$	987713,0		
Total	17	$1,6758 \times 10^7$			

ns - $p > 0,05$

No quadro 3 constam as produções médias de matéria seca dos ecótipos e das variedades comerciais do trevo subterrâneo obtidas no 1º corte. Wickham *et al.* (2007), num estudo efetuado na Austrália com leguminosas pratenses, obtiveram produções de matéria seca de trevo subterrâneo muito variadas, desde os 2600 kg ha^{-1} até aos 5000 kg ha^{-1} , na fase de floração. Outros autores, no entanto, apresentam valores um pouco superiores para a fase de plena floração, 5400 kg ha^{-1} e 4000 kg ha^{-1} , no início da floração (Abreu *et al.*, 2000).

Quadro 3. Produções médias de matéria seca (kg ha⁻¹) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo obtidas, no 1º corte

Ecótipo/variedade comercial	Produção de matéria seca (kg ha⁻¹)
13146	1572,03
13147	2572,34
13148	1966,09
13149	1277,42
Antas	3085,94
Campeda	1121,25
Davel	1970,00
Mintaro	1328,75
Romel	2717,11
sm (±)	702,75

sm - desvio padrão da média

Se tomarmos por base os valores de Wickham *et al.* (2007) podemos constatar que apenas as variedades Romel e Antas e o ecótipo 13147 atingiram a produtividade referida pelos autores. Por outro lado, nenhum dos ecótipos e/ou variedades comerciais do trevo subterrâneo em estudo atingiu a produtividade referenciada por Abreu *et al.* (2000).

A observação do quadro 4, mostra que o efeito do ecótipo/variedade comercial sobre a produção de matéria seca do trevo subterrâneo, no 2º corte, se revelou significativo ($p \leq 0,05$).

Quadro 4. Análise de variância relativa à produção de matéria seca (kg ha^{-1}) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 2º corte

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F _{calculado}	P
Ecótipo/variedade comercial	8	7,1477x10 ⁷	8,9346x10 ⁶	3,79	0,0316 *
Erro	9	2,1194x10 ⁷	2,3549x10 ⁶		
Total	17	9,2671x10 ⁷			

* - $p \leq 0,05$

No quadro 5 apresentam-se as produções médias de matéria seca dos ecótipos e das variedades comerciais do trevo subterrâneo obtidas no 2º corte.

Quadro 5. Produções médias de matéria seca (kg ha^{-1}) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 2º corte

Ecótipo/variedade comercial	Produção de matéria seca (kg ha^{-1})
13146	3263,20 bc
13147	5251,56 ab
13148	6019,30 ab
13149	8546,64 a
Antas	5224,45 ab
Campeda	2824,77 bc
Davel	4752,97 bc
Mintaro	1130,46 c
Romel	4008,52 bc
sm (\pm)	1085,10

Valores médios, na coluna, seguidos da mesma letra, não diferem entre si de forma significativa (teste de Duncan, $p=0,05$); sm - desvio padrão da média

A análise do quadro 5 permite constatar que o ecótipo 13149 conduziu à produção de matéria seca mais elevada, aproximadamente 8500 kg ha^{-1} . Não se

mostrou, no entanto, significativamente superior aos ecótipos 13147, 13148 e à variedade Antas. Observam-se valores médios na ordem das 5,8 e 6,2 t ha⁻¹ para as fases de final de floração e maturação, respectivamente (Abreu *et al.*, 2000).

Ressalva-se a baixíssima produção de matéria seca da variedade Mintaro, pouco mais de 1100 kg ha⁻¹. No entanto, esta variedade não diferiu significativamente das variedades Campeda, Romel e Davel, nem do ecótipo 13146, o que se deverá à grande dispersão dos resultados obtidos.

Apresenta-se no quadro 6 o resultado da análise de variância relativa à produção total de matéria seca de cada um dos ecótipos ou variedade comercial de trevo subterrâneo. Nele se pode verificar que o efeito do ecótipo ou variedade comercial desta espécie não foi significativo sobre a produção total de matéria seca.

Quadro 6. Análise de variância relativa às produções médias de matéria seca total (kg ha⁻¹) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F _{calculado}	P
Ecótipo/variedade comercial	8	8,8014x10 ⁷	1,1001x10 ⁷	2,95	0,0641 ns
Erro	9	3,3620x10 ⁷	3,7356x10 ⁶		
Total	17	1,2163x10 ⁸			

ns - p > 0,05

No quadro 7 constam as produções de matéria seca total dos ecótipos e das variedades comerciais do trevo subterrâneo.

A produção total de matéria seca observada para esta leguminosa varia desde 3 t MS ha⁻¹ (Santos *et al.*, 2012) a 12 t MS ha⁻¹ (Frame *et al.*, 1998). O quadro 7 mostra que apenas a variedade Mintaro mostrou uma produção total de matéria seca menor que 2,5 t ha⁻¹, o que poderá ter-se devido ao facto de esta variedade ser a mais precoce de todas as que estão em estudo.

Quadro 7. Produções médias de matéria seca total (kg ha⁻¹) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo

Ecótipo/variedade comercial	Produção de matéria seca (kg ha⁻¹)
13146	4835,23
13147	7823,91
13148	7985,39
13149	9824,06
Antas	8310,39
Campeda	3946,02
Davel	6722,97
Mintaro	2459,22
Romel	6725,63
sm (±)	1366,68

sm - desvio padrão da média

4.1.2. Composição química

4.1.2.1. Proteína bruta

A análise de variância relativa ao teor de proteína bruta, mostrou que, no 1º corte (quadro 8), o efeito da variedade comercial e/ou ecótipo de trevo subterrâneo não afectou significativamente o valor desta variável.

Quadro 8. Análise de variância relativa ao teor de proteína bruta (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 1º corte

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F_{calculado}	P
Ecótipo/variedade comercial	8	26,9344	3,3668	0,96	0,5170 ns
Erro	9	31,5350	3,5038		
Total	17	58,4694			

ns - p>0,05

Apresentam-se no quadro 9 os teores médios de proteína bruta dos ecótipos e das variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 1º corte. Os teores de proteína bruta apresentados estão um pouco abaixo dos referidos por Nichols e Dear (2007) que afirmam que os valores esperados desta variável para o trevo subterrâneo, até ao estado de plena floração, são de cerca de 20%. No entanto, segundo Abreu *et al.* (2000), 21% de proteína bruta é um valor usualmente observado nesta espécie quando se encontra na fase de início floração e 18% para a fase de plena floração.

Quadro 9. Teores médios de proteína bruta (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 1º corte

Ecótipo/variedade comercial	Proteína bruta (%)
13146	17,45
13147	18,25
13148	16,60
13149	18,70
Antas	17,35
Campeda	20,60
Davel	17,30
Mintaro	19,50
Romel	17,11
sm (±)	1,3234

sm - desvio padrão da média

Com teores de proteína bruta abaixo dos 18%, encontram-se os ecótipos 13146 e 13148 e as variedades Antas, Davel e Romel com 17,45%, 16,60%, 17,35%, 17,30% e 17,11%, respectivamente. As variedades Campeda e Mintaro apresentaram 20,60% e 19,50%, respectivamente.

A análise do quadro 10 evidencia que o efeito da variedade comercial ou ecótipo sobre o teor de proteína bruta do trevo subterrâneo no 2º corte não se mostrou significativo.

Quadro 10. Análise de variância relativa ao teor de proteína bruta (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 2º corte

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F _{calculado}	P
Ecótipo/variedade comercial	8	15,1200	1,8900	2,77	0,0752 ns
Erro	9	6,1400	0,6822		
Total	17	21,2600			

ns - $p > 0,05$

Constam no quadro 11 os teores médios de proteína bruta dos ecótipos e das variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 2º corte. Verifica-se uma grande redução relativamente aos valores observados no 1º corte, facto expectável visto que a maioria das variedades ou ecótipos já se encontrava na fase de final de floração. Segundo Abreu *et al.* (2000), nesta fase, o teor de proteína bruta deveria corresponder a cerca de 16,8%, o que não se verificou em nenhuma das variedades ou ecótipos em estudo. Tal situação poderá ter ocorrido devido à falta de precipitação na região do ensaio e também ao facto de a rega a que se procedeu antes do corte não ter tido efeitos a nível do valor nutritivo da espécie, como se pode constatar. Também é plausível a hipótese de o 2º corte ter sido realizado muito tarde, atraso que prejudicou, e muito, os parâmetros qualitativos. Uma outra hipótese é a da errada observação dos estados de desenvolvimento das plantas nos talhões, estando estes mais avançados do que foi considerado.

Quadro 11. Teores médios de proteína bruta (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 2º corte

Ecótipo/variedade comercial	Proteína bruta (%)
13146	10,60
13147	11,70
13148	11,05
13149	10,65
Antas	10,10
Campeda	12,05
Davel	9,50
Mintaro	9,00
Romel	10,75
sm (±)	0,5840

sm - desvio padrão da média

4.1.2.2. Fibra bruta

O quadro 12 corresponde à análise de variância relativa ao teor de fibra bruta dos ecótipos ou variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 1º corte. Não foi significativo o efeito do ecótipo e/ou variedade comercial sobre o teor de fibra bruta.

Quadro 12. Análise de variância relativa aos teores de fibra bruta (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 1º corte

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F_{calculado}	P
Ecótipo/variedade comercial	8	27,8044	3,4756	2,18	0,1338 ns
Erro	9	14,3600	1,5956		
Total	17	42,1644			

ns - p > 0,05

Constam no quadro 13 os teores médios de fibra bruta dos ecótipos e das variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 1º corte. Segundo Abreu *et al.* (2000), no início da floração o teor de fibra desta espécie é de 19,3% e na fase de plena de floração de 21,4%.

Quadro 13. Teores médios de fibra bruta (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 1º corte

Ecótipo/variedade comercial	Fibra bruta (%)
13146	15,00
13147	15,90
13148	15,95
13149	15,05
Antas	15,60
Campeda	15,25
Davel	16,80
Mintaro	16,50
Romel	19,25
sm (±)	0,8931

sm - desvio padrão da média

Os valores correspondentes ao teor de fibra bruta no 1º corte do trevo subterrâneo, estão compreendidos entre 15% e 19,3%, tendo a variedade Romel apresentado o valor mais elevado.

A análise do quadro 14 mostra que o efeito do ecótipo/variedade comercial foi altamente significativo sobre o teor de fibra bruta do trevo subterrâneo no 2º corte.

No quadro 15 apresentam-se os teores médios de fibra bruta dos ecótipos e das variedades comerciais do trevo subterrâneo. George *et al.* (2001) afirmam que, com o avançar do ciclo, o teor de fibra bruta vai aumentando consideravelmente desde o início da floração até à maturação da planta. Os mesmos autores consideram, também, que o teor de fibra bruta é inversamente proporcional ao teor de proteína bruta facto confirmado pelos estudos realizado por Abreu *et al.* (2000).

Segundo Hackney *et al.* (2013), o teor de fibra bruta do trevo subterrâneo e da serradela rosa é semelhante, apresentando, no estado de fim de floração, valores de 22,9%. Sendo que as plantas dos talhões experimentais se encontravam no final da floração e alguns trevos já se encontravam na fase de maturação considera-se 22,9% o valor de comparação.

Quadro 14. Análise de variância relativa aos teores de fibra bruta (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 2º corte

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F_{calculado}	P
Ecótipo/variedade comercial	8	224,864	28,1081	12,18	0,0005 ***
Erro	9	20,765	2,3072		
Total	17	245,629			

*** - $p \leq 0,001$

Quadro 15. Teores médios de fibra bruta (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 2º corte

Ecótipo/variedade comercial	Fibra bruta (%)
13146	25,30 bc
13147	18,15 e
13148	20,65 de
13149	22,55 cd
Antas	24,00 bcd
Campeda	22,90 cd
Davel	23,15 cd
Mintaro	31,15 a
Romel	27,20 b
sm (±)	1,074

Valores médios, na coluna, seguidos da mesma letra não diferem entre si de forma significativa (teste de Duncan, $p=0,05$); sm - desvio padrão da média

É de salientar o alto teor de fibra bruta da variedade Mintaro, 31,15%, significativamente superior a todos os outros e que conseqüentemente irá reproduzir um baixo teor de digestibilidade da matéria seca (quadro 19). Os ecótipos 13147 e 13148 apresentaram os teores mais baixos de fibra bruta 18,15% e 20,65%, respectivamente, sem diferenças significativas entre si.

4.1.2.3. Digestibilidade da matéria seca

A observação do quadro 16, onde consta a análise de variância relativa à digestibilidade da matéria seca do trevo subterrâneo, permite evidenciar que, no 1º corte, o ecótipo e/ou variedade comercial desta espécie afectou de forma altamente significativa o parâmetro em análise.

Quadro 16. Análise de variância relativa à digestibilidade da matéria seca (%), dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 1º corte

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F _{calculado}	P
Ecótipo/variedade comercial	8	107,681	13,4601	21,79	0,0001 ***
Erro	8	4,9411	0,6176		
Total	17	115,116			

*** - $p \leq 0,001$

No quadro 17 constam os valores médios de digestibilidade da matéria seca dos ecótipos e das variedades comerciais do trevo subterrâneo no 1º corte. Os ecótipos 13147, 13148 e 13149 foram os que originaram teores mais elevados de digestibilidade de matéria seca, superiores a 82%, sem diferenças significativas entre si. A variedade Campeda mostrou um valor significativamente inferior a todas as outras variedades e/ou ecótipos em estudo. Curiosamente esta variedade, no 1º corte, apresentou um teor de proteína bruta de 20,60% (quadro 9).

Quadro 17. Valores médios de digestibilidade da matéria seca (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 1º corte

Ecótipo/variedade comercial	Digestibilidade da matéria seca (%)
13146	81,10 bc
13147	83,60 a
13148	83,70 a
13149	82,30 ab
Antas	80,65 bc
Campeda	75,50 e
Davel	80,45 bcd
Mintaro	78,45 d
Romel	79,40 cd
sm (±)	0,6426

Valores médios, na coluna, seguidos da mesma letra não diferem entre si de forma significativa (teste de Duncan, $p=0,05$); sm - desvio padrão da média

O resultado da análise de variância relativa à digestibilidade da matéria seca do trevo subterrâneo, no 2º corte, consta no quadro 18. Nele é possível verificar que o efeito de cada um dos ecótipos ou variedades comerciais não foi significativo sobre este parâmetro.

Quadro 18. Análise de variância relativa à digestibilidade da matéria seca (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 2º corte

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F_{calculado}	P
Ecótipo/variedade comercial	8	361,808	45,226	1,42	0,3046 ns
Erro	9	286,335	31,815		
Total	17	648,143			

ns - $p > 0,05$

No quadro 19 apresentam-se os valores médios de digestibilidade da matéria seca dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo no 2º corte.

Quadro 19. Valores médios de digestibilidade da matéria seca (%) dos ecótipos/variedades comerciais do trevo subterrâneo, no 2º corte

Ecótipo/variedade comercial	Digestibilidade da matéria seca (%)
13146	56,95
13147	67,20
13148	64,05
13149	57,85
Antas	56,20
Campeda	57,20
Davel	59,00
Mintaro	50,60
Romel	57,10
sm (±)	3,9884

sm - desvio padrão da média

São de destacar os valores de digestibilidade da matéria seca atingidos pelos ecótipos 13147 e 13148, em relação aos restantes, ultrapassando 64%. A variedade Mintaro sobressai, pela negativa, com um teor de digestibilidade da matéria seca de cerca de 50%. Os restantes ecótipos e variedades comerciais apresentaram valores deste parâmetro entre 57 e 59%.

4.2. Serradela rosa

Quando se procedeu ao 1º corte, a 9 de Abril, grande parte das plantas nos talhões experimentais de serradela rosa encontravam-se no início da floração. Aquando da realização do 2º corte, a 20 de Maio estavam na fase de fim de floração.

4.2.1. Produção de matéria seca

O quadro 20, onde se apresenta a análise de variância referente à produção de matéria seca da serradela rosa no 1º corte, mostra que o efeito da variedade comercial e/ou ecótipo não foi significativo sobre esta variável.

Quadro 20. Análise de variância relativa à produção de matéria seca (kg ha^{-1}) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F _{calculado}	P
Ecótipo/variedade comercial	2	2,80399x10 ⁶	1,402x10 ⁶	4,22	0,1341 ns
Erro	3	995644,0	331881,0		
Total	5	3,79964x10 ⁶			

ns – $p > 0,05$

No quadro 21 apresentam-se as produções médias de matéria seca dos ecótipos e da variedade comercial da serradela rosa no 1º corte.

Na fase de início de floração são referidos valores de produção de matéria seca para esta espécie de 4300 kg ha^{-1} (Iglesias, 2000). Wicham *et al.* (2007) observaram resultados muito variados desde 1660 kg ha^{-1} a 4450 kg ha^{-1} , num corte efectuado na fase de floração.

Quadro 21. Produções médias de matéria seca (kg ha^{-1}) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte

Ecótipo/variedade comercial	Produção de matéria seca (kg ha^{-1})
12210	2289,22
13154	812,11
Cádiz	867,58
sm (\pm)	407,39

sm – desvio padrão da média

No quadro 21 observa-se que nenhum dos talhões atingiu os valores referidos por Iglesias (2000) e apenas o ecótipo 12210 obteve resultados semelhantes aos reportados por Wickham *et al.* (2007). A variedade Cádiz, e também o ecótipo 13154,

conduziram a produções abaixo dos 1000 kg ha⁻¹. No entanto, a produção de matéria seca do ecótipo 12210 ultrapassou os 2200 kg ha⁻¹, facto que, tendo em conta as produções da variedade comercial, é um resultado muito interessante.

No que diz respeito ao 2º corte da serradela rosa podemos constatar no quadro 22, que o efeito de ecótipo e/ou variedade comercial também não foi significativo, sobre a produção de matéria seca desta espécie.

Quadro 22. Análise de variância relativa à produção de matéria seca (kg ha⁻¹) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 2º corte

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F _{calculado}	P
Ecótipo/variedade comercial	2	3,89415x10 ⁶	1,94708x10 ⁶	1,30	0,3930 ns
Erro	3	4,50741x10 ⁶	1,50247x10 ⁶		
Total	5	8,40156x10 ⁶			

ns – p>0,05

No quadro 23 constam as produções médias de matéria seca dos ecótipos e da variedade comercial da serradela rosa, no 2º corte. Na fase de maturação Wickham *et al.* (2007) apresentam resultados de produção de matéria seca desta espécie de 2,18 t ha⁻¹ a 4,18 t ha⁻¹.

Quadro 23. Produções médias de matéria seca (kg ha⁻¹) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 2º corte

Ecótipo/variedade comercial	Produção de matéria seca (kg ha ⁻¹)
12210	3230,86
13154	3813,28
Cádiz	1889,22
sm (±)	866,74

sm – desvio padrão da média

A produção de matéria seca da variedade comercial Cádiz no 2º corte atingiu os 2000 kg ha⁻¹. O ecótipo 12210 produziu cerca de 3200 kg ha⁻¹, valor a rondar 1000 kg

mais do que o do 1º corte. Por fim, é de referir o ecótipo 13154 com 3800 kg MS ha⁻¹, mostrando um elevado potencial produtivo, tal como o 12210, para as condições de sequeiro mediterrânico. Ambos os ecótipos, embora estando na fase de fim de floração, mostraram produções dentro da gama referida por Wickham *et al.* (2007).

No quadro 24 observa-se a análise de variância relativa à produção total de matéria seca da serradela rosa. Observa-se que o efeito da variedade comercial e/ou ecótipo não foi significativo sobre a produção total de matéria seca desta espécie pratense.

Quadro 24. Análise de variância relativa às produções médias de matéria seca total (kg ha⁻¹) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F _{calculado}	P
Ecótipo/variedade comercial	2	7,95189x10 ⁶	3,97594x10 ⁶	1,30	0,3912 ns
Erro	3	9,14347x10 ⁶	3,04782x10 ⁶		
Total	5	1,70954x10 ⁷			

ns – p>0,05

No quadro 25 apresentam-se as produções médias de matéria seca total dos dois ecótipos e da variedade comercial da serradela rosa.

Segundo Nutt e Loi (2014), os valores médios de matéria seca total esperados para a serradela rosa são cerca de 10 t ha⁻¹. A observação do quadro 25 mostra que os ecótipos 12210 e 13154, com produções de 5500 e 4600 kg ha⁻¹, respectivamente, se destacaram relativamente à variedade comercial, que originou produções de cerca de 2700 kg ha⁻¹. Contudo, revelaram-se menos produtivos que o referido por Nutt e Loi (2014).

Quadro 25. Produções médias de matéria seca total (kg ha⁻¹) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa

Ecótipo/variedade comercial	Produção de matéria seca (kg ha ⁻¹)
12210	5520,08
13154	4625,39
Cádiz	2756,8
sm (±)	1234,47

sm – desvio padrão da média

4.2.2. Composição química

4.2.2.1. Proteína bruta

Relativamente ao 1º corte, a análise do quadro 26 mostrou que o efeito da variedade comercial e/ou ecótipo de serradela rosa não afectou significativamente o teor de proteína bruta.

Quadro 26. Análise de variância relativa ao teor de proteína bruta (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F _{calculado}	P
Ecótipo/variedade comercial	2	12,51	6,255	1,28	0,3962 ns
Erro	3	14,65	4,88333		
Total	5	27,16			

ns – p>0,05

No quadro 27 constam os teores médios de proteína bruta dos ecótipos e da variedade comercial da serradela rosa no 1º corte. Segundo Iglesias (2000) o teor de proteína bruta para a serradela rosa no início de floração deverá ser de 15,8%. Wickham *et al.* (2007) obtiveram resultados da ordem dos 18%.

Quadro 27. Teores médios de proteína bruta (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte

Ecótipo/variedade comercial	Proteína bruta (%)
12210	18,05
13154	19,10
Cádiz	15,65
sm (±)	1,5626

sm – desvio padrão da média

A observação do quadro 27 permite destacar os valores de proteína bruta de ambos os ecótipos 13154 e 12210, de 19,10% e 18,05%, respectivamente. Estes valores são elevados e sem dúvida que estudos posteriores são exigidos para que sejam confirmados.

No quadro 28 observa-se que no 2º corte o efeito do ecótipo ou variedade comercial de serradela rosa sobre o teor de proteína bruta está no limiar da significância.

Quadro 28. Análise de variância relativa ao teor de proteína bruta (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 2º corte

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F_{calculado}	P
Ecótipo/variedade comercial	2	12,6433	6,32167	9,18	0,0526*
Erro	3	2,065	0,688333		
Total	5	14,7083			

p=0,05

Os teores médios de proteína bruta dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa observados no 2º corte, constam no quadro 29. Iglesias (2000) referiu que no fim da floração, o teor de proteína bruta desta espécie deverá ser próximo de 12,8%. Wickham *et al.* (2007) observaram 11% de proteína bruta, na fase de maturação.

Quadro 29. Teores médios de proteína bruta (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 2º corte

Ecótipo/variedade comercial	Proteína bruta (%)
12210	12,70
13154	14,65
Cádiz	11,10
sm (±)	0,5866

sm – desvio padrão da média

Aquando da realização do 2º corte, a 20 de Maio, no fim da floração, o ecótipo 13154 apresentou valores de proteína bruta de 14,65%, acima do referido na bibliografia consultada. O ecótipo 12210 mostrou 12,7% de proteína bruta e a variedade comercial Cádiz 11%.

4.2.2.2. Fibra bruta

No quadro 30 observa-se a análise de variância aos teores de fibra bruta dos ecótipos e variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte. O efeito da variedade comercial e/ou ecótipo não foi significativo sobre o teor da variável em estudo.

Quadro 30. Análise de variância relativa ao teor de fibra bruta (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F_{calculado}	P
Ecótipo/variedade comercial	2	37,4033	18,7017	1,52	0,3493 ns
Erro	3	36,81	12,27		
Total	5	74,2133			

ns – p>0,05

São apresentados no quadro 31 os teores médios de fibra bruta dos ecótipos e da variedade comercial da serradela rosa no 1º corte. Segundo Hackney *et al.* (2013), os valores deste parâmetro referenciados para o trevo subterrâneo poderão ser

extrapolados para a serradela rosa. Em Abreu *et al.* (2000), são referidos valores de 19,3% de fibra bruta para o início da floração do trevo subterrâneo.

Quadro 31. Teores médios de fibra bruta (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte

Ecótipo/variedade comercial	Fibra bruta (%)
12210	20,65
13154	14,70
Cádiz	16,45
sm (±)	2,4769

sm – desvio padrão da média

A observação do quadro 31 permite verificar que tanto no ecótipo 13154 como na variedade comercial Cádiz, os valores de fibra bruta referidos por Abreu *et al.* (2000) não foram excedidos. No entanto, o ecótipo 12210 apresentou cerca de 21% de fibra bruta.

No 2º corte, o efeito do ecótipo ou variedade comercial de serradela rosa mostrou-se altamente significativo sobre o teor de fibra bruta (quadro 32).

Quadro 32. Análise de variância relativa ao teor de fibra bruta (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 2º corte

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F_{calculado}	P
Ecótipo/variedade comercial	2	7,62333	3,81167	16,57	0,0239***
Erro	3	0,69	0,23		
Total	5	8,31333			

*** – p<0,05

No quadro 33 encontram-se os teores médios de fibra bruta dos ecótipos e da variedade comercial da serradela rosa, no 2º corte.

Quadro 33. Teores médios de fibra bruta (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 2º corte

Ecótipo/variedade comercial	Fibra bruta (%)
12210	24,05 c
13154	24,9 b
Cádiz	26,75 a
sm (\pm)	0,3392

sm – desvio padrão da média

A variedade Cádiz revelou os teores médios de fibra bruta mais elevados (26,75%) e significativamente superiores aos dos ecótipos em estudo. O ecótipo 12210 apresentou valores deste parâmetro significativamente inferiores a todos os outros. Segundo Abreu *et al.* (2000), 22,9% é um valor usual para o teor de fibra bruta desta espécie no final de floração.

4.2.2.3. Digestibilidade da matéria seca

A análise de variância relativa à digestibilidade da matéria seca da serradela rosa, no 1º corte, permite afirmar que o efeito do ecótipo e/ou variedade comercial não afectou significativamente o parâmetro em análise.

Quadro 34. Análise de variância relativa à digestibilidade da matéria seca (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F _{calculado}	P
Ecótipo/variedade comercial	2	10,7633	5,3817	0,50	0,6484 ns
Erro	3	32,1850	10,7283		
Total	5	42,9483			

ns – p>0,05

No quadro 35 figuram os teores médios da digestibilidade dos ecótipos e da variedade comercial da serradela rosa no 1º corte. Wickham *et al.* (2007) obtiveram,

para as fases de início de floração e floração teores de digestibilidade de matéria seca de 70,2% e, maioritariamente, de cerca de 68%, respectivamente.

Quadro 35. Teores médios de digestibilidade da matéria seca (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte

Ecótipo/variedade comercial	Digestibilidade da matéria seca (%)
12210	79,60
13154	76,95
Cádiz	76,60
sm (±)	2,31607

sm – desvio padrão da média

O quadro 35 mostra que o ecótipo 12210 atingiu uma digestibilidade de cerca de 80%, valor algo surpreendente tendo em conta o teor de fibra bruta observado no 1º corte (quadro 31) o que sugere a possibilidade de ter havido alguma contaminação na amostra recolhida que depois alterou os valores de fibra bruta. O ecótipo 13154 e a variedade Cádiz apresentaram uma digestibilidade de matéria seca cerca de 77%.

A análise de variância relativa à digestibilidade da matéria seca da serradela rosa no 2º corte, consta no quadro 36. O efeito de ecótipo e ou variedade comercial não afectou significativamente o parâmetro em estudo.

Quadro 36. Análise de variância relativa à digestibilidade da matéria seca (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 2º corte

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F_{calculado}	P
Ecótipo/variedade comercial	2	2,4433	1,2217	0,20	0,8256 ns
Erro	3	17,9250	5,9750		
Total	5	20,3683			

ns – $p > 0,05$

No quadro 37 apresentam-se os teores médios da digestibilidade da matéria seca dos ecótipos e da variedade comercial da serradela rosa no 2º corte. Na fase de fim de maturação Wickham *et al.* (2007) encontraram teores entre 43,6% e 58,3%.

Quadro 37. Teores médios da digestibilidade da matéria seca (%) dos ecótipos/variedade comercial da serradela rosa, no 1º corte

Ecótipo/variedade comercial	Digestibilidade da matéria seca (%)
12210	63,85
13154	62,90
Cádiz	62,30
sm (±)	1,7284

sm – desvio padrão da média

No 2º corte verificou-se um decréscimo na digestibilidade da matéria seca, já expectável devido ao avanço do estado fenológico. Se no 1º corte ainda existia alguma discrepância de valores entre os diferentes ecótipos e a variedade comercial da serradela em estudo, no 2º corte os valores da digestibilidade da matéria seca são homogéneos. Estes valores mostram-se superiores aos observados por Wickham *et al.* (2007). Embora as plantas se encontrassem na fase de fim de floração a sua percentagem de digestibilidade da matéria seca é elevada, mostrando os ecótipos 12210 e 13154 teores de 63,85 62,90%, respectivamente, e a variedade Cádiz um teor de 62,30%.

4.3. Serradela amarela e biserrula

Não foi possível a realização do tratamento estatístico às variáveis em estudo para a serradela amarela e biserrula devido à escassez de resultados que estas espécies permitiram obter.

A título meramente indicativo apresentam-se os valores médios de produção e a composição química, de um único corte, das espécies. Tanto a serradela amarela como a biserrula, quando se procedeu ao corte, a 20 de Maio, encontravam-se entre as fases de final de floração e maturação.

4.3.1. Serradela amarela

No quadro 38 figuram as produções de matéria seca dos ecótipos de serradela amarela no corte realizado.

Quadro 38. Produção de matéria seca (kg ha^{-1}) dos ecótipos da serradela amarela

Ecótipo	Produção de matéria seca (kg ha^{-1})
13157	4878,60
13158	520,30

Ovalle *et al.* (2006) obtiveram produções de matéria seca para a serradela amarela de 2200 e 4200 kg ha^{-1} . O ecótipo 13157 apresentou uma produtividade de cerca de 5000 kg ha^{-1} o que é comparável com a produtividade dos referidos autores. O valor da produtividade de matéria seca que o ecótipo 13158 mostrou, cerca de 520 kg ha^{-1} é muito inferior quando comparado com os resultados de Ovalle *et al.* (2006).

Nos quadros 39, 40 e 41 apresentam-se, respectivamente, os teores médios de proteína bruta, de fibra bruta e de digestibilidade da matéria seca dos ecótipos de serradela amarela em estudo.

Quadro 39. Teores médios de proteína bruta (%) dos ecótipos da serradela amarela

Ecótipo	Proteína bruta (%)
13157	10,35
13158	10,35

Quadro 40. Teores médios de fibra bruta (%) dos ecótipos da serradela amarela

Ecótipo	Fibra bruta (%)
13157	35,70
13158	35,70

Quadro 41. Teores médios da digestibilidade da matéria seca (%) dos ecótipos da serradela amarela

Ecótipo	Digestibilidade da matéria seca (%)
13157	49,15
13158	50,20

4.3.2. Biserrula

No quadro 42 observa-se a produção de matéria seca do ecótipo de biserrula em estudo.

Quadro 42. Produção de matéria seca (kg ha⁻¹) do ecótipo da biserrula

Ecótipo	Produção de matéria seca (kg ha⁻¹)
13152	1132,05

O ecótipo 13152 conduziu a uma produção aproximadamente de 1100 kg ha⁻¹ sendo este valor menos de metade daquele referido por Loi *et al.* (2001) em que apresentam valores de produção da matéria seca para a biserrula variando entre 2500 e 10000 kg ha⁻¹. O resultado que se obteve de produção de matéria seca com a biserrula, com o valor tão baixo como 1100 kg ha⁻¹ foi determinado, pelo menos em parte, porque o número de plantas estabelecido foi pequeno: a taxa de emergência

das sementes foi baixa e a canópi das plantas de biserrula não cobriu a superfície do terreno.

Os teores médios de proteína bruta, de fibra bruta e de digestibilidade da matéria seca do ecótipo de biserrula figuram nos quadros 43, 44 e 45, respectivamente.

Quadro 43. Teor médio de proteína bruta (%) do ecótipo da biserrula

Ecótipo	Proteína bruta (%)
13152	11,80

Quadro 44. Teor médio de fibra bruta (%) do ecótipo da biserrula

Ecótipo	Fibra bruta (%)
13152	30,70

Quadro 45. Teor médio da digestibilidade de matéria seca (%) do ecótipo da biserrula

Ecótipo	Digestibilidade da matéria seca (%)
13152	57,00

5. CONCLUSÕES

O estudo comparativo entre ecótipos e variedades comerciais das leguminosas pratenses, trevo subterrâneo, serradela rosa, serradela amarela e biserrula permitiu retirar algumas conclusões principais.

Relativamente à produção de matéria seca total do trevo subterrâneo é de destacar o valor originado pelo ecótipo 13149, cerca de 9800 kg ha⁻¹. No mesmo parâmetro também os ecótipos 13148 e 13147 conduziram a resultados promissores, aproximadamente 8000 kg ha⁻¹ e 7800 kg ha⁻¹, respectivamente. Apenas a variedade comercial Antas, com 8300 kg ha⁻¹, apresentou valores médios de produção da mesma grandeza da originada por estes ecótipos.

As variedades comerciais Campeda e Mintaro do trevo subterrâneo apresentaram, no 1º corte, teores de proteína bruta, de 20,60% e 19,50%, respectivamente, que embora sem diferenças estatisticamente significativas sugeriram ser superiores aos valores mostrados por todos os ecótipos e restantes variedades comerciais em estudo. No 2º corte, nenhum ecótipo ou variedade comercial atingiu os valores de proteína bruta referidos na bibliografia, ficando todos abaixo dos 12%. Valor demasiado baixo para o estado de desenvolvimento em que se encontravam, fim de floração e início de maturação o que permite supor que houve um erro na observação do estado fenológico.

Os teores de fibra bruta, dos ecótipos e variedades comerciais de trevo subterrâneo, observados no 1º corte, estavam compreendidos entre 15 e 19%. No 2º corte, a variedade Mintaro apresentou cerca de 31%, significativamente superior a todos, valor este que se reflectiu numa baixa digestibilidade da matéria seca, cerca de 78%. Os ecótipos 13147 e 13148 apresentaram os teores mais baixos deste parâmetro, 18,2% e 20,7%, respectivamente, não sendo estes significativamente diferentes entre si.

Quanto à digestibilidade da matéria seca do trevo subterrâneo, no 1º corte, foi possível observar que os ecótipos 13147 e 13148 originaram teores deste parâmetro significativamente superiores a todas as variedades comerciais e estudo, superiores a 83%. No 2º corte, os teores da digestibilidade da matéria seca destes ecótipos, aproximadamente 67% e 64%, respectivamente, também se destacaram pela positiva relativamente a todos os outros, é algo impressionante tendo em conta que os ecótipos se encontravam entre as fases de final de floração e início de maturação.

Os resultados referidos anteriormente parecem sugerir que os ecótipos 13147, 13148 e 13149 apresentam características tanto produtivas como qualitativas bastante interessantes, para a constituição de pastagens.

No que diz respeito à serradela rosa, a produção de matéria seca total de ambos os ecótipos desta espécie mostrou resultados que, embora sem diferenças estatísticas, quando comparados com a variedade comercial Cádiz, com 2757 kg ha⁻¹, se revelam muito interessantes do ponto de vista agronómico, cerca de 5500 e 4600 kg ha⁻¹, respectivamente para o ecótipo 12210 e 13154.

Tal como no parâmetro anterior, os ecótipos de serradela rosa mostraram teores de proteína bruta e de digestibilidade da matéria seca mais elevados do que os apresentados pela variedade comercial Cádiz em ambos os cortes. Esta apresentou o valor mais elevado de fibra bruta, 26,75%, no 2º corte.

No cômputo geral, os resultados obtidos sugerem que ambos os ecótipos de serradela rosa em comparação apresentam características que os destacam positivamente face à variedade comercial.

Embora estudos/ensaios posteriores sejam necessários e exigidos para confirmar o valor destes novos ecótipos de trevo subterrâneo e de serradela rosa, é positivo que estes se tenham evidenciado superiores, em muitos parâmetros, às variedades comerciais que foram utilizadas para comparação. Tal possibilitará, se forem inscritos no CNV, alargar o leque de opções dos produtores agro-pecuários, para a instalação de pastagens.

Devido ao escasso crescimento e desenvolvimento inicial, apenas foi possível a realização de um corte dos ecótipos da serradela amarela e da biserrula em estudo. É de salientar a produção apresentada pelo ecótipo 13157 de serradela amarela que evidenciou uma produtividade de matéria seca aproximadamente de 4500 kg ha⁻¹ superior a resultados da mesma espécie de Ovalle *et al.* (2006). No entanto, serão considerados para estudos posteriores, dado o interesse destas espécies para a constituição de pastagens no sequeiro mediterrânico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, J. M.; Bruno-Soares, A. M.; Calouro, F., 2000. Intake and nutritive value of mediterranean forages and diets. ISA press, Lisboa. 145pp.

Aguiar, C.; Rodrigues, F. M.; Simões, N.; Barradas, A.; Carita, T.; Alarcão, C.; Crespo, 2012. D.. Trevo-subterrâneo (parte I). Disponível em <http://www.drapc.min-agricultura.pt/base/documentos/ficha_5_trevo_subterraneo_part1.pdf>. Acesso em: 10/03/2014.

Allen, O. N.; Allen, E. K., 1981. The Leguminosae: a source book of characteristics, uses and nodulation. MacMillan : London. Disponível em: <<http://ecoport.org/per/ecoport15.pl?SearchType=reference&ReferenceID=520156>>. Acesso em 10/03/2014.

Ates, S., 2009. *Grazing management of subterranean clover (Trifolium subterraneum L.) in South Island (New Zealand) summer dry pastures*. Tese de Doutoramento, Lincoln University (Nova Zelândia). 4248-4274 pp.

Beale, P. E.; Lahlou, A.; Bounejmate, M., 1991. Distribution of wild annual legume species in Morocco and relationship with soil and climatic factors. *Australian Journal of Agricultural Research* **42**: 1217-1230.

Castro, C.; Coutinho, J.; Moreira, N., 2009. Cereais em rotações de sequeiro. Evolução dos teores de azoto inorgânico do solo. *Revista de Ciências Agrárias* **32**: 43-55.

Carneiro, J.P., Freixial, R.C., Pereira, J.S., Campos, A.C., Crespo, J.P., Carneiro, R. (Eds.), 2005. Relatório Final do Projecto AGRO 87. Estação Nacional de Melhoramento de Plantas, Universidade de Évora, Instituto Superior de Agronomia, Direcção Regional de Agricultura do Alentejo, Fertiprado, Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva. 75 pp.

Carranca, C., 2000. Principais processos do ciclo do azoto numa agricultura sustentável. Avaliação através do marcador ¹⁵N. 118 pp.

Conlan, D. J.; Dear, B. S.; Coombes, N. E., 1994. Effects of grazing intensity and number of grazings on herbage production and seed yields of *Trifolium subterraneum*, *Medicago murex* and *Ornithopus compressus*. *Australian Journal of Experimental Agriculture* **34**: 181-188.

Costello, T.; Costello, A., 2003. Subterranean clover in North Canterbury sheep pastures. Legumes for dryland pastures. Proceeding of a New Zealand Grassland Association (Inc). *Symposium held at Lincoln University* **11**: 189-192.

Crespo, D. G., 1968. O trevo subterrâneo e o desenvolvimento agro-pecuário em Portugal. *Melhoramento* **21**: 467-488.

Crespo, D. G., 1970. Some agronomic aspects of selecting subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) from portuguese ecotypes. *Proceedings of the XI International Grassland Congress*. University of Queensland Press, St. Lucia, Australia; 207-210.

Crespo, D. G., 1975. Pastagens semeadas temporárias e permanentes de sequeiro. *INIA* **3**: 14-20.

Crespo, D. G., 2009. Biodiversidade e produtividade nas pastagens e forragens mediterrâneas. Estratégias e limitações. *Pastagens e Forragens* **29/30**: 15-26.

Dear, B. S.; Cocks, P. S., 1997. Effect of perennial pasture species on surface soil moisture and early growth and survival of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) seedlings. *Australian Journal of Agricultural Research* **48**: 683-693.

Dear, B. S.; Hackney, B.; Crocker, G., Sandral, G., 2008. French serradela. Disponível em: http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0007/242836/French-serradella.pdf. Acesso em: 28/01/2015.

de Deyn, G.B.; Quirk, H.; Yi, Z.; Oakley, S.; Ostle, N.J.; Bardgett, R.D., 2009. Vegetation composition promotes carbon and nitrogen storage in model grassland communities of contrasting soil fertility. *Journal of Ecology* **97**: 864–875.

del Pozo, A.; Ovalle, C., 2009. Productivity and persistence of yellow serradela (*Ornithopus compressus* L.) and biserrula (*Biserrula pelecinus* L.) in the Mediterranean climate region of central Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research* **69** (3): 340-349.

Donald, C. M., 1960. The influence of climatic factors on the distribution of subterranean clover in Australia. *Herbage Abstracts* **30**: 81-90.

Ehrman, T.; Cocks, P. S., 1990. Ecogeography of annual legumes in Syria: distribution patterns. *Journal of Applied Ecology* **27**: 578-591.

Espigares, T.; Peco, B., 1995. Mediterranean annual pasture dynamics: impact of autumn drought. *Journal of Ecology* **83**: 145-152.

Evans, L. T., 1988. *Trifolium subterraneum*. In *CRC Handbook of flowering* **6**: 636-640.

Ewing, M. A.; Howieson, J. G., 1987. A report on the collection of annual species of *Medicago* and associated *Rhizobium meliloti* from acidic regions of mainland Greece and neighbouring islands of the Aegean Sea. *Western Australian Department of Agriculture*, Miscellaneous Publication, Perth. 18 pp.

Farinha, N. D., 1994. Estudo da variabilidade e das características discriminantes em *Trifolium subterraneum* L., numa perspectiva do melhoramento da espécie. *Trabalho final de curso*, ISA, Lisboa. 148 pp.

Frame, J. e Charlton, J. F. L. e Laidlaw, A. S., 1998. *Temperate Forage Legume*. CAB International, Reino Unido. 225-296 pp.

Frame, J. *Ornithopus compressus* L.. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/gbase/data/pf000489.htm>>. Acesso em: 23/02/2015.

Freixal, R., 2010. As pastagens e forragens são a base da alimentação dos ruminantes. Disponível em: <http://www.hvetmuralha.pt/uploads/cms/20100316173646_Pastagens_e_Forragens.pdf>. Acesso em: 26/06/2014.

Freixial, R. M. C.; Barros, J. F. C., 2012. Texto de apoio para as Unidades Curriculares de Sistemas e Tecnologias Agropecuárias, Noções Básicas de Agricultura e Tecnologia do Solo e das Culturas. Universidade de Évora. Disponível em: <<http://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/5107/1/Sebenta%20Pastagens.pdf>>. Acesso em: 10/03/2014.

George, M.; Nader, G.; McDougald, N.; Connor, M.; Frost, B. 2001. Annual Rangeland Forage Quality. Publication 8022 1-13. Disponível em: <<http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/8022.pdf>>. Acesso em: 24/02/2015.

Hackney, B; Rodham, C.; Piltz, J., 2013. Using French serradela to increase crop and livestock production. Disponível em: <<http://www.mla.com.au/CustomControls/PaymentGateway/ViewFile.aspx?HXa6IXXU>>

QPvfd2veYljZC0aMMrgcl4yNPCUoX9RpS3KwVCIPa9RLWs7tTUNdvlyM3EYMKKAfsh
t7d1Tnt3BqiA==>. Acesso em: 29/04/2015.

Howieson, J. G.; Loi, A., 1994. The distribution and preliminary evaluation of alternative pasture legumes and their associate root-nodule bacteria collected from acid soils of Greece (Serifos), Morocco, Sardinia, and Corsica. *Agricoltura Mediterranea* **124**: 170-186.

Howieson, J. G.; Loi A.; Carr, S. J., 1995. *Biserrula pelecinus* L. – A legume pasture species with potencial for acid, duplex soils wich is nodulated by unique root-nodule bactéria. *Australian Journal of Agricultural Research* **46**: 997-1009.

Iglesias, I.; Lloveras, J., 1998. Annual cool-season legumes for forage production in mild winter areas. *Grass and Forage Science* **53**: 318-325.

Iglesias, I; Lloveras J., 2000. Forage production and quality of serradela in mild winter areas in north-west Spain. *New Zealand Journal of Agricultural Research* **43** 35-40.

Katznelson, J., Morley, F. H. W., 1965a. Speciation processes in *Trifolium subterraneum* L.. *Israel Journal of Botany* **14**: 15-35.

Katznelson, J., Morley, F. H. W., 1965b. A taxonomic revision of *Trifolium* sector *Calycomorphum* I. The geotropic species. *Israel Journal of Botany* **14**: 112-134.

Katznelson, J., 1974. Biological flora of Israel – the subterranean clovers of clover (*Trifolium subterraneum* L.). *Israel Journal of Agricultural Research* **17**: 139-144.

Leigh, J. H.; Halsall, D. M.; Holgate, M.D., 1995. The role of allelopathy in legume decline in pastures I. Effects of pasture and crop residues on germination and survival of subterranean clover in the field and nursery. *Australian Journal of Agricultural Research*, **46**: 179-188.

Loi, A.; Carr, S. J.; Porqueddu, C., 1995. Alternative pasture legumes and *Rhizobium* collection in Sardinia. *Co-operative Research Centre for Legumes in Mediterranean Agriculture*. 32 pp.

Loi A; Cocks, P.S.; Howieson, J. G; Carr, S. J., 1997. Morphological characterization of Mediterranean populations of *Biserrula pelecinus* L.. *Plant Breeding* **116** 171-176.

Loi, A.; Howieson, J. G.; Carr, S. J., 1997. Cv CASBASH (*Biserrula pelecinus* L.). *Plant Variety Journal* **10**: 23-24.

Loi, A.; Howieson, B. C.; Carr, S. J., 2001. Register of Australian Herbage Plant Cultivars. *Australian Journal of Experimental Agriculture* **41**: 841–842.

Loi, A., 2007. *Biserrula*. Pastures Australia. Disponível em: <http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/pastures/Html/Biserrula.htm#Author_and_date>. Acesso em: 23/02/2015.

Loi, A. *Biserrula pelecinus* L. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/Gbase/data/pf000467.htm>>. Acesso em: 10/03/2013

Morley, F. H. W., 1961. Subterranean clover. *Advances in Agronomy* **13**: 57-123.

Morley, F. H. W.; Katznelson, J., 1965. Colonization in Australia by *Trifolium subterraneum* L. In The genetics of colonizing species. Academic Press, New York. pp 269-285.

Nandasena, K. G.; O'Hara, G. W.; Tiwari, R. P.; Yates, R. J.; Kishinevsky, B. D.; Howieson, J. G., 2004. Symbiotic relationships and root nodule ultrastructure of the pasture legume *Biserrula pelecinus* L. – a new legume in agriculture. *Soil Biology & Biochemistry* **36**: 1309-1317.

Nichols, P. G. H.; Dear, B., 2007. Subteranean/Sub clover (spp. *Brachycalycinum*). Disponível em: <[http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/pastures/Html/SubteraneanSub_clover_\(ssp._brachycalycinum\).htm](http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/pastures/Html/SubteraneanSub_clover_(ssp._brachycalycinum).htm)>. Acesso em: 23/02/2015.

Nichols, P. G. H.; Loi, A.; Nutt, B. J.; Evans, P.M.; Craig, A. D.; Pengelly, B.C.; Dear, B. S; Lloyd, D. L.; Revell, C. K.; Nair, R. M.; Ewing, M. A.; Howieson, J. G.; Auricht, G. A.; Howie, J. H.; Sandral, G. A.; Carr, S. J.; Koning, C. T.; Hackney, B. F.; Crocker, G. J.; Snowball, R.; Hughes, S. J.; Hall, E. J.; Foster, K. J.; Skinner, P. W.; Barbetti, M. J.; You, M. P., 2007. New annual and short-lived perennial pasture legumes of Australian agriculture – 15 years of revolution. *Field Crops Research* **104**: 10-23.

Norma Portuguesa 875 (1994). Alimentos para animais. Determinação do teor de humidade.

Norma Portuguesa 2029 (1994). Alimentos para animais. Determinação do teor de celulose bruta.

Norma Portuguesa 2030 (1996). Alimentos para animais. Determinação do teor de proteína bruta.

Nutt, B. J.; Carr, S. J.; Samaras, S., 1996. Collection of forage, pasture and grain legumes and their associated rhizobia from Greek islands. *Co-operative Research Centre for Legumes in Mediterranean Agriculture*. 54 pp.

Nutt, B. J.; Paterson, J., 1997. Cadiz French serradella – a new pasture variety for deep acid soils. *Agriculture Western Australia Farmnote* **12/97**: 1-4.

Nutt, B.J.; Loi, A., 2014. French serradella. Disponível em: <<https://www.agric.wa.gov.au/pasture-species/french-serradella?page=0%2C1>>. Acesso em: 15-06-2015.

Ovalle, C. M; del Pozo, A.; Avendaño, J.; Fernández, F.; Arredondo, S., 2005. Adaptación, Crecimiento y Producción de Nuevas Leguminosas Forrajeras Anuales en la Zona Mediterránea de Chile. II. Comportamiento de las Especies en Suelos Graníticos del Secano Interior Subhúmedo. *Agricultura Técnica* **65** (3): 265-277.

Ovalle, C. M.; Arredondo, S. S.; Romero, O. Y., 2006. Serradela Amarilla (*Ornithopus compressus*) y Serradela Rosada (*O. sativus*): Dos Nuevas Especies de Leguminosas Forrajeras Anuales Para la Zona Mediterránea de Chile. *Agricultura Técnica* **66** (2): 196-209.

Porqueddu, C.; González, F., 2006. Role and potential of annual pasture legumes in mediterranean farming systems. *Pastos* **36**: 125-142.

Porqueddu, C.; Re, A. G.; Sanna, F.; Piluzza, G.; Sulas, L.; Franca, A., 2013. Exploitation of annual and perennial herbaceous species for the rehabilitation of a sand quarry in a Mediterranean environment. *Land Degradation & Development*. DOI: 10.1002/ldr.2235.

Rojas, C.; Romero, O.; Barrientos, L., 2002. Producción de carne bovina en praderas naturalizadas de serradela amarilla (*Onithopus compressus* L.) y trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum* L.), en condiciones de secano de la IX región, Chile. *Agricultura Técnica* **62** (4): 519-529.

Santos, H. P.; Fontaneli, R. S.; Fontaneli, R. S.; Tomm, G. O., 2012. Leguminosas forrageiras anuais de inverno. 15 pp. Disponível em:

<<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/li/li01-forrageiras/cap10.pdf>>. Acesso em: 17/10/2014.

Schläpfer, F.; Schmid, B., 1999. Ecosystem effects of biodiversity: A classification of hypothesis and exploration of empirical results. *Ecological Applications* **9**: 893-912.

Serrano, J. E., 2006. *Pastagens do Alentejo*. Universidade de Évora - Instituto de Ciências Agrárias Mediterrânica, Évora. 219 pp.

Simões N.; Sousa M.; Costa M., 2003/2004. Estudo comparativo de leguminosas anuais pratenses – *Biserrula pelecinus* L. e *Ornithopus compressus* L.. *Pastagens e Forragens* **24/25**: 97-108.

Sollins, P.; Homann, P.; Caldwell, B.A., 1996. Stabilization and destabilization of soil organic matter: mechanisms and controls. *Goderna* **74**: 65-66.

Taylor, A. O.; Hughes, K. A.; Haslemore, R. M., Holland, R., 1997. Influence of maturity and frequency of harvest on the nutritive quality of cool season forage legumes. *Proceedings of the Agronomy Society of New Zealand* **7**: 45-49.

Teixeira, R. F. M., 2010. *Sustainable land uses and carbon sequestration: the case of sown biodiverse permanent pastures rich in legumes*. Tese de doutoramento, Instituto Superior Técnico, Lisboa. 35 pp.

Teixeira, R. F. M.; Domingos, T.; Costa, A. P. S. V.; Oliveira, R.; Farropas, L.; Calouro, F.; Barradas, A. M.; Carneiro, J. P. B. G., 2011. Soil organic matter dynamics in Portuguese natural and sown rainfed grasslands. *Ecological Modelling* **222**: 993-1001.

Terry, R. A.; Mundell, D. C.; Osbourn, D. F., 1978. Comparasion of two *in vitro* procedures using rumen liquor-pepsin or pepsin-cellulase for prediction of forage digestibility. *Journal of the British Grassland Society* **3**: 13-18.

Venâncio, J. F. C., 2003. Caracterização de leguminosas pratenses anuais. *Trabalho final de curso*, ISA – Lisboa. 71 pp.

Wickham, S.; Revell, C.; Liu, A., 2007. Developing Sustainable Fodder Crop Systes with New Annua Pasture Legumes. *Rural Industries Research and Development Corporation. Department of Agriculture and Food* **07/182**.

Zohary, M.; Heller, D., 1984. The Genus *Trifolium*. *The Israel Academy of Sciences and Humanities*. Jerusalem, Israel. **1**: 525-530.